UNIVERSIDAD TECNOLOGICA EQUINOCCIAL

ESCUELA DE INGENIERIA TEXTIL

LA HILATURA DEL ALGODON

TERCER AÑO
CUARTO AÑO
QUINTO AÑO

Ing. Estuardo Guerini

1992

RESEÑA HISTORICA

Para tejer o puntar una tela es necesario tener hilos. Por lo mismo la elaboración de hilos es tan antigua como la de tejidos, y definitivamente es anterior a la historia escrita. En tiempos prehistóricos, las fibras fueron entretorcidas de manera muy sencilla para formar hilos. Es muy probable que la técnica antigua haya sido enrollando las fibras en las palmas de las manos, o entre los dedos, o entre la mano y otra parte del cuerpo como la cintura. Es más esta técnica es todavía usada por artesanos y artistas-tejedores para hacer ciertos hilos especiales, también procesos similares son usados por aborígenes de ciertas áreas geográficas.
El siguiente invento fue la husada y luego apareció la rueda de hilar o rueca.

PRINCIPIOS BASICOS

Los hilos están compuestos de fibras textiles. Las diferentes maneras en las cuales estas fibras están juntadas, crea la variedad de hilados disponibles a los fabricantes de tejidos. El término "hilo" ha sido definido de muchas maneras en textos y diccionarios, pero la definición dada por la ASTM (American Society for Testing Materials) es representada así:
....un término genérico para un grupo continuo de fibras textiles, filamentos o materiales en una forma adecuada para ser tejido y formar un producto textil. Hilos pueden ser.....
a.- Un número de fibras entretorcidas
b.- Un número de filamentos juntos sin torsión
c.- Un número de filamentos con torsión
d.- Un filamento único (monofilamento)
e.- Una o más tiras hechas por divisiones longitudinales de una lámina de material como un polímero natural o sintético, papel, hojas metálicas, usados con o sin torsión en una construcción textil.

Las posibles variedades incluyen hilos simples, hilos retorcidos, hilos cableados, cuerdas, sogas e hilos fantasía.
Hilados pueden ser hechos de fibras cortas (spun), o de filamentos continuos. Si se usan filamentos, los hilos pueden ser multifilamentos (compuestos de algunos filamentos) o monofilamentos (compuestos de un solo filamento). Las fibras cortas pueden ser naturales, artificiales o sintéticas. Hilos hechos de fibras cortas requieren un proceso bastante complejo.

Los hilos hechos de fibra cortada son llamados hilos spun or staple. Los hilos hechos de filamentos continuos teniendo longitudes extremadamente largas son llamados simplemente filamentos.

Los sistemas standard para hilar fibras cortas sean naturales o MMF (Man Made Fibers) son el sistema algodonero cardado y peinado y el sistema lanero cardado y peinado. Métodos más modernos de hilatura incluyen entre otros el sistema open end a rotor, el sistema de aire y el sistema a fricción.

CLASIFICACION DE LOS HILOS (DE ACUERDO A SU GEOMETRIA)

HILOS DE FIBRA CORTADA

a.) CORTA: Algodón Cardado + MMF y Algodón Peinado + MMF

b.) LARGA: Lana cardada + MMF y Lana Peinada + MMF

c.) EXTRA LARGA: Hilos industriales de fibras liberianas

HILOS DE FIBRA CONTINUA O FILAMENTOS

a.) NATURALES: Seda

b.) SINTETICOS: planos, cilíndricos, texturizados (stretch-High bulk) etc

EL SISTEMA ALGODONERO

Apertura-Limpieza y Mezcla.-Las fibras cortas llegan a la planta textil en grandes pacas. Para hacer el hilo las fibras deben ser de un largo similar y relativamente uniformes con el fin de obtener el hilo uniforme en considerables longitudes. Para lograr esto las fibras de varios lotes o cosechas deben ser limpiadas y mezcladas.

Algunas pacas de fibra son colocadas en la linea de apertura. Partes de cada paca se alimenta a los abridores y mezcladores. Es importante también la apertura de las fibras a un estado singular, o lo más cercano posible.

Las máquinas de apertura y mezcla separan y mezclan fibras de diferentes pacas. La técnica usada difiere de acuerdo al tipo de maquinaria que se use. El proceso puede ser intermitente, continuo o inclusive automático. En el proceso automático los copos de fibras son transportados directamente a los abridores por aire y luego a la zona de cardado.

Durante estas operaciones se realiza la mezcla, y la mayoría de impuridades y basuras son removidas sea por gravedad o fuerza centrífuga. Las fibras de algodón reciben mayor mezclado y limpieza ya que son sucias y diferentes, lo que en el caso de MMF no sucede.

La calidad de un hilo de algodón depende ciertamente en la selección de fibras y la cantidad de apertura, limpieza y mezcla, que ha recibido.

Cardado.-Para los sistemas intermitentes el guango de apertura es colocado en la parte posterior de la carda para abastecer las fibras a la máquina. En el sistema automático los copos son almacenados en un silo de alimentación y alimentados directamente a la carda en forma suelta por medio de aire.

En el cardado continúa la limpieza de las fibras, se remueven aquellas fibras demasiado cortas para ser hiladas. El proceso continúa separando las fibras y

alineándolas parcialmente de manera de que su axis sea algo paralelo. El cardado se realiza por medio de guarniciones. Las fibras son luego condensadas y se forma una cinta de material.
La cinta de carda no es completamente uniforme en su diámetro y las fibras están desordenadas. Esta cinta se usará luego para la elaboración de hilos cardados. Si se requiere hacer hilos más uniformes, más limpios y más finos se peinará la cinta cardada.

Peinado.-Para hilos de alta calidad de gran regularidad, suavidad, finura, y resistencia, las fibras son además de cardadas peinadas. Antes del peinado el material se prepara con estiros que producen la paralelización necesaria de las fibras para que luego estas se presenten a la peinadora. En la peinadora se remueve hasta el 20% de fibras cortas. El desperdicio de peinado o "pegnese", se utiliza en la elaboración de notejidos, algodón hidrófilo y otros que puedan utilizar fibras cortas. Las fibras que permanecen en el velo son condensadas y se forma una cinta peinada.

Estiro- Las cintas cardadas o peinadas son estiradas por manuares o estirajes. En los manuares las fibras son homogenizadas y paralelizadas. De ocho cintas que se alimenta a la máquina se produce una cinta más regular y por lo general más delgada.
También en los manuares se realizan las mezclas de fibras. Por ejemplo para realizar una mezcla de 50% Algodón/50% Poliester, se alimenta al manuar 4 cintas de algodón y 4 cintas de poliester; si se desea hacer una mezcla de 65% Poliester/35% Algodón, se alimenta 5 cintas de poliester y 3 de algodón.
En los manuares el estiro se produce por cilindros de estiro que giran a diferentes velocidades. La operación de estiro es dada una segunda vez con el objeto de aumentar la homegenización y paralelización. El tamaño de la cinta de manuar es casi el mismo o poco menor al de la cinta de carda o de peinadora. Todavía no se inserta torsión a las fibras sin embargo el distribuidor de la cinta a los depósitos o tarros, tiende a torcerlas muy insignificantemente.

Hilatura- En la mechera las cintas de manuar son reducidas de tamaño hasta aproximadamente 8 veces su diámetro original. La cinta de manuar es alimentada entre pares de cilindros. Cada par de cilindros gira más rápido que el primero, y los cilindros de salida giran alrededor de 10 veces más que los de entrada. Estos halan las fibras, reducen el diámetro del material y aumentan la paralelización de las fibras.
Una pequeña cantidad de torsión es insertada para dar consistencia al material. El nuevo producto llamado "Pabilo" es envuelto en una bobina a 30 m/min aproximadamente. Estas bobinas al estar llenas son transportadas por

diferentes medios (manuales o automáticos) a las continuas de hilar a anillos o "Ring".
En la continua de anillos se realiza el proceso final de hilatura. En el proceso de hilar el pabilo es adelgazado al diámetro deseado, llamado estiro final, y la cantidad deseada de torsión es insertada. Este es el método más común de hilatura.
El pabilo es alimentado entre pares de cilindros al igual que el la mechera los de la salida son más rápidos que los de entrada. Sin embargo en este caso la diferencia es alrededor de 30 veces. El hilo formado pasa a través de un guía en forma de "U" llamado cursor o viajante el cual se mueve alrededor de la bobina sobre un anillo (hilatura a anillos).
El movimiento del cursor y el giro del huso en el que se encuentra la bobina, combinan para insertar torsión al hilo. El huso gira a más de 15.000 rpm y el cursor es más lento a este. Se envuelve el hilo sobre la bobina a 15-20m/min aproximado. El grosor del hilo y la cantidad de torsión es controlada.
Otros métodos de hilar desde un pabilo son el sistema de aleta, que fue el método original de hilar en continuo pero no se usa por su baja producción.
Y finalmente sistemas más modernos nos permiten hilar directo desde la cinta de manuar evitándose así la mechera, como son el sistema Open End a rotor y el sistema a Aire.

EL SISTEMA LANERO

La fibras de lana y MMF pueden ser hiladas en los sistemas lanero cardado y peinado. El sistema lanero cardado (WOOLEN) puede ser comparado con el de algodón cardado. Estos hilos son cardados, estirados e hilados.
Los hilos hechos por el sistema peinado (WORSTED) son similares al algodón peinado ya que las fibras son peinadas luego de cardadas para producir hilos más finos y más suaves.

Clasificación.- Cada paquete es abierto y un experto es el encargado de recojer muestras y clasificar el material de acuerdo a su finura o grosor, el largo, y algunas veces también de acuerdo a la resistencia de la fibra.
El "grado" del material determinará el tipo de producto a elaborarse.
Las fibras finas que son las más largas se usarán para el sistema peinado, las fibras medianas con menor largo serán usadas en el sistema cardado y las más gruesas y cortas se usarán para la fabricación de hilos gruesos para tejidos pesados y alfombras.
La mejor calidad de lana se obtiene de los lados y hombros del borrego. La lana de borregos de 8 meses de edad se usa para hacer sweateres muy finos o productos similares.

Lavado.- Luego de la clasificación la lana es lavada. Esto se realiza en agua templada y jabonosa por varias veces, luego se enjuaga y se seca. Esto es esencial ya que con el lavado se remueven las grasas naturales de la fibra, los residuos de excresiones, basuras y polvo. La grasa natural se recupera y purifica y se transforma en lanolina, que se utiliza en la industria de cosméticos. El lavado por supuesto no se lo realiza a las fibras MMF.

Cardado y Peinado- Las fibras de lana son cardadas por cilindros con guarniciones. El cardado remueve gran cantidad de material vegetal que no se pudo lavar, individualiza las fibras y comienza a orientarlas. Este puede ser comparado con el sistema algodonero. Los hilos cardados tienen las fibras desordenadas, y el material extraño o impuridades existente todavía es removido por "carbonización". Esta comprende el tratamiento del material en un baño de ácido sulfúrico caliente el que carboniza el material vegetal, luego se enjuaga para remover el ácido y el material carbonizado.
Las fibras para hilos peinados son alimentadas a una peinadora, donde las fibras son dispuestas en forma orientada. Las fibras cortas son removidas, y las restantes forman una cinta sin torsión llamada "top". Los "tops" pueden ser tinturados o se puede hilar crudos y tinturar el hilo peinado.

Hilatura.- La hilatura de la lana puede ser hecha por el sistema de "anillos "o por el sistema de "mula". La mayor parte de la lana en el mundo es hilada por el sistema de "anillos", porque es más rápido, se produce hilos de buena calidad y el espacio que ocupa la máquina es menor que la "mula".
El sistema de "mula" es un sistema intermitente. Este aún se utiliza para los hilos de mayor calidad. El estiro y la torsión se desarrollan juntos pero el envolvimiento se realiza en otra operación. El carro se mueve fuera de las bobinas de pabilo alrededor de 60 pulgadas o 1,5 metros, y durante este movimiento se realiza el estiro y la torsión. Cuando el carro regresa a su posición original el hilo es envuelto en su confección final.

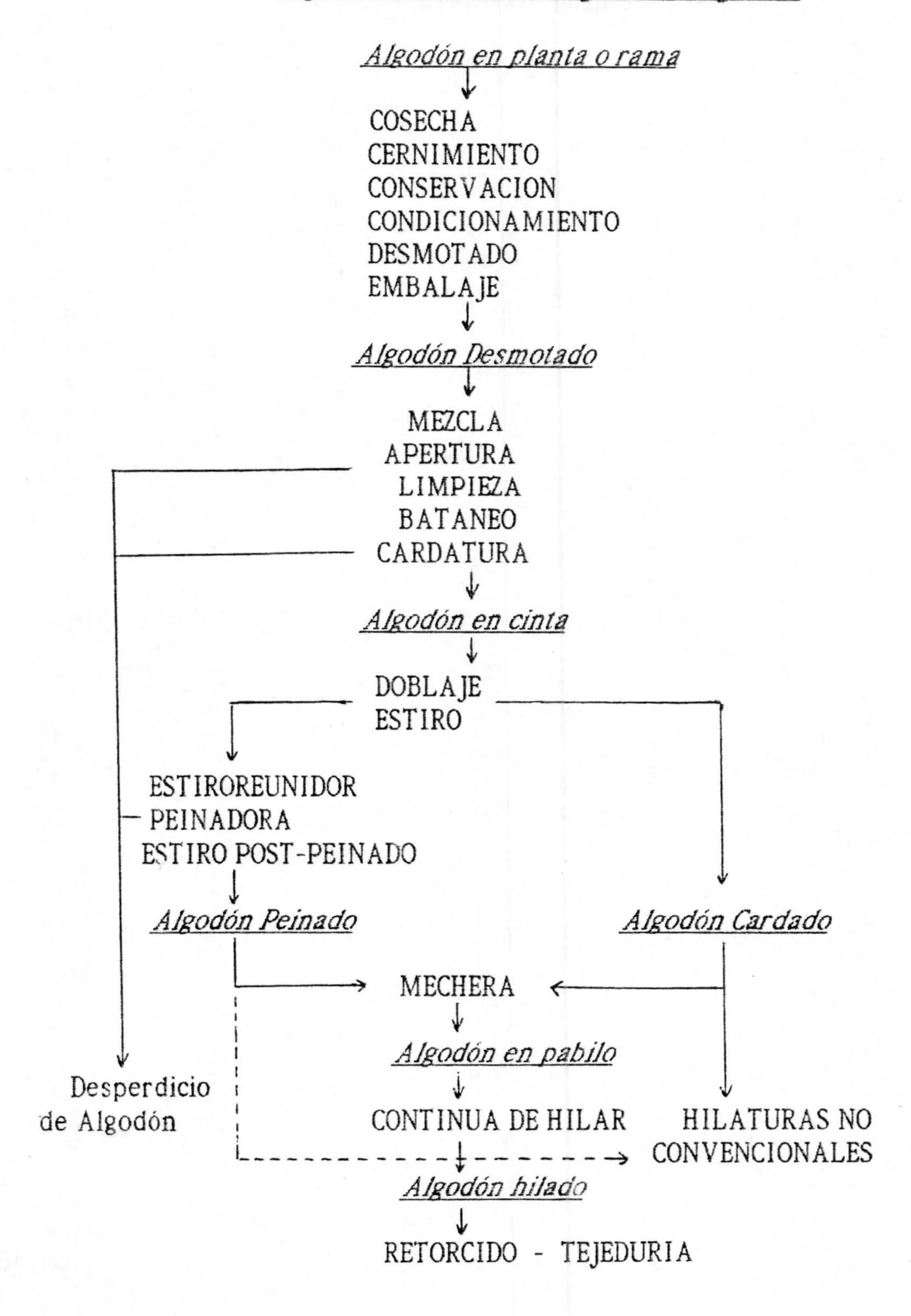
SISTEMA MMF

Extrusión.- La elaboración de hilos de filamentos, sean sintéticos o artificiales, es mucho más simple y directa que la de los hilos de fibra cortada. La seda es el único filamento natural y el grosor del hilo depende del número de capullos que se desenrollan a la vez.
Los filamentos sintéticos son producidos en continuo o discontinuo. En el sistema continuo el número de filamentos en el hilo final y el número de agujeros en el extrusor son iguales. Los filamentos son extruidos, estirados para desarrolar su resistencia, su orientación molecular y finura; luego se inserta torsión y son envueltos en bobinas. En el proceso discontinuo encambio, los filamentos sin torsión, y a veces sin estiro son envueltos en

bobinas o conos. Cuando se requiera estos filamentos son torcidos y si no han sido, son estirados. Luego son envueltos en bobinas o cilindros.
La variedad de procedimientos disponibles para la elaboración de filamentos hace que el fabricante pueda escojer el más económico dependiendo del uso final del hilo; tejido punto, trama o urdido.
Los filamentos son suaves y muy regulares al menos que intensionalmente se hayan alterado para fabricar hilos fantasía.
Los filamentos son brillantes, no tienen pelosidad por lo tanto no se crea "pilling" en los tejidos. Los filamentos redondos tienden a repeler manchas, y los filamentos multilobales tapan la suciedad.
La resistencia de los hilos de filamentos es determinada por la combinación de: resistencia individual de los filamentos, número de filamentos, grosor o denier de los filamentos, y grosor del hilo final.
La cantidad de torsión de los filamentos es relativamente baja, pero se pueden fabricar hilos "crepe" con alta torsión.

Filamentos cortados MMF.- Estas pueden ser hiladas en los sistemas algodonero cardado y peinado y en los sistemas lanero cardado y peinado dependiendo del largo cortado de las fibras.
Cuando las MMF son mezcladas con las fibras naturales, estas tienen que ser cortadas al largo promedio igual que las fibras naturales.
Para que las fibras MMF puedan ser hiladas junto con las naturales estas deben ser encrespadas "crimp". Para encrespar existen algunos métodos y luego de esto son cortadas.

Esquema de la tecnología del Algodón



CAPITULO 1

ALGODON EN RAMA

Nombre dado a los "pelos" (impropiamente dichas fibras) que cubren la semilla de una planta dicotiledonea del género "Gossypium", de la familia de las "Malvaceas".
Los pelos de algodón pueden alcanzar un largo de 60 mm, son muy sutiles, flexibles, brillantes, resistentes y de color blanco. Aquellos de cierto largo (desde 12 mm en adelante) constituyen un óptimo material para la confección de hilados; aquellos más cortos son utilizados para la fabricación de viscosa, celuloide y pólvora. Las semillas, a su vez, son utilizadas para la fabricación de aceites, balanceados, abonos y combustibles.
La planta de algodón a pesar de ser originaria de paices tropicales, hoy día es cultivada en una vasta zona de la tierra, que va desde 40° de latitud Norte a 40° de latitud Sur.
El "Gossypium" se distingue en muchas "especies", comprendiendo una infinita gama de variedades, ya que el algodón tiene una fuerte tendencia a variar y entrecruzarce.
La planta del algodón puede ser "herbacea", de 50 a 150 cm de alto, o "leñosa", de 200 a 500 cm de alto; con vitalidad anual o perenne.
Las especies salvajes, propias de paices muy cálidos, son todas perennes y tienen un rendimiento de fibra muy bajo, mientras que la mayor parte del algodón actualmente cultivado son plantas herbaceas anuales.
Las especies más importantes del algódon son:

-Gossypium Barbadense:
Origen: América
Cosecha: anual
Alto de la planta: 150 cm
Largo de la fibra: 40-60 mm
Características fibra: muy sutil,de gran valor, color blanco crema.
Sitios de cultivo: Indias Occidentales, Estados Unidos y Egipto.

-Gossypium Herbaceum:
Origen: India
Cosecha: anual y perenne
Alto de la planta: anual=80 cm ; perenne=200 cm
Largo de la fibra: 18-26 mm
Características fibra: corta, áspera y color blanco amarillento.
Sitios de cultivo: Todos los paices del Mediterráneo y toda Asia.

-Gossypium Hirsutum:
Origen: América
Cosecha: anual
Alto de la planta: 100 cm
Largo de fibra: 16-32 mm
Características fibra: fácil adaptación a climas templados,precoz maduración, alto valor.
Sitios de cultivo: Toda América, principalmente en los EE.UU. (Variedad Upland), en Asia, en Africa y en Europa.

-Gossypium Peruvianum:
Origen: Perú
Cosecha: plurienal
Alto de la planta: 400-500 cm
Largo de fibra: 30-40 mm
Características fibra: Buena resistencia, sutil, de color blanco crema.
Sitios de cultivo: Perú, Brasil y Africa.

-Gossypium Arboreum:
Origen: India
Cosecha: plurienal
Alto de la planta: 400 cm
Largo de fibra: 20-26 mm
Sitios de cultivo: Crece espontaneamente en Africa Central y es cultivada anualmente en Brasil y en China.

FORMACION DE LA FIBRA

La fibra de algodón es un pelo unicelular, que tiene origen en la celulosa cortical de las semillas, y este constituye su desarrollo.
Los pelos de una misma semilla, a desarrollo completo, no tienen todos el mismo largo, esto se debe al hecho de que estos comparecen al inicio en la parte inflada de la semilla, luego progresivamente hacia la punta de esta y paran de crecer en el mismo día.
En algunas especies, en cambio, crecen sobre la semilla otros pelos que, teniendo un desarrollo muy limitado, alcanzan sólo un largo mínimo. Los pelos de un cierto largo, desde 10 mm en adelante, se separan de la semilla sólo con la operación de desgranaje o desmotaje y constituyen aquella que comunmente es llamada "fibra", en cambio aquellos muy cortos, desde 1 a 6 mm que todavía cubren la semilla luego del desmotaje forman los llamados "linters".

Los Gossypium Barbadense y Peruvianum son especies "a semilla desnuda", o sea privados de linters.
Los Gossypium Hirsutum, Arboreum y Herbaceum, son especies "a semilla cubierta", porque sacadas las fibras, se presentan recubiertos más o menos intensamente de pequeñísimos pelos.
La formación de la fibra de algodón puede dividirse en tres etapas: desarrollo, maduración y florecimiento.

El desarrollo de la fibra sucede exclusivamente en largo y durante 20 a 25 días, o sea, de la fecundación al completo desarrollo de la cápsula. En este período la fibra se presenta como un tubo muy sutil, cuyas paredes están formadas por dos estratos: uno interno llamado "pared primaria" y el otro externo llamado " cutícula".
La pared primaria está formada de microfibrilos de celulosa no pura, trenzados entre ellos desordenadamente.
La cutícula es una membrana muy sutil constituída por sustancias gomo-cerosas, las cuales tienen la función de protejer las fibras de los agentes atmosféricos, dando a estas impermeabilidad, suavidad y brillo.
La cavidad central de la fibra es llamada "lúmen", porque durante esta etapa es muy apareciente.

La maduración dura otros 20 a 30 días y sucede contemporaneamente a aquella de la cápsula y de las semillas. En esta etapa se depositan en la pared interna de la fibra, reduciendo la cavidad central, estratos concéntricos de celulosa pura, que forman la "pared secundaria".
Esta resulta constituida por grupos compactos de microfibrilos paralelos entre ellos y dispuestos helicoidalmente, respecto al axis de la fibra, con sentido variable. Por lo tanto durante la maduración la fibra aumenta su espesor, pero mantiene su diámetro externo y la forma cilíndrica.

La cápsula, luego de alcanzar completa madurez, se abre favoreciendo el florecimiento, o sea la exposición del copo fibroso, todavía muy húmedo, al aire y la luz. Durante esta etapa, denominada también "colapso de la fibra ", el protoplasma celular muere y la fibra se diseca, se aplana y se tuerce en modo variado en su propio axis. De esta manera se crean las torciones naturales de la fibra, característica esencial de los algodones "maduros".
Este movimiento natural de la fibra facilita el aumento de volumen de los copos y el consecuente florecimiento de estos. El aplanamiento y el torcimiento disminuyen de intensidad con el aumento del espesor de las paredes de las fibras; en efecto fibras gruesas, aunque maduras, permanecen casi cilíndricas y privadas de torciones.

ESTRUCTURA DE LA FIBRA

Resumiendo la fibra de algodón presenta las siguientes partes:
1) Un estrato externo llamado "cutícula", constituido por una sutil membrana de sustancias gomosas, cerosas y grasas.
2) Un primer estrato de celulosa no pura, llamado "pared primaria", formado por dos membranas con fibrilos desorientados.
3) Un segundo estrato de celulosa pura, llamado "pared secundaria", formado por 5 a 10 membranas con fibrilos orientados.
4) Un estrato interno constituido por una membrana sutil que delimita la cavidad central, llamado "lúmen".
5) El protoplasma celular contenido en la cavidad central.

Los estratos de celulosa de las paredes primaria y secundaria forman anillos concéntricos como aquellos de un tronco de un árbol, que se forman diariamente después de la maduración y son llamados "anillos diarios o de crecimiento".
La compactes de la pared secundaria es un elemento importante para la hilatura, porque está en relación sea con la finura,y la resistencia, que es muy superior a aquella de la pared primaria.
Puede suceder que algunas fibras no tengan una maduración o tengan una formación incompleta, por lo tanto las fibras se distinguen en: fibras maduras, inmaduras y muertas.
En el laboratorio se puede establecer el "grado de madurez" de un algodón haciendo la relación entre el ancho de las fibras y el ancho del correspondiente canal interno. Las medidas son efectuadas con un microscopio de engrandecimiento 300-500 X, en almenos 250 fibras.
Fibras Maduras:
Tienen la forma de tubos "aplatados", con torsiones en su propio axis. Son transparentes, más o menos brillantes, con canal central y las paredes son más o menos espesas o marcadas: en los algodones indúes siendo fibras gruesas, la pared es relativamente sutil y el lumen bastante ancho, en los algodones egipcianos y americanos siendo de fibras finas, la pared es muy espesa y el lumen estrechísimo.
La sección transversal de las fibras se presenta con el contorno elíptico o en forma de "C" o de "S", de acuerdo al punto en que la fibra es seccionada, pero siempre aparece la cavidad central.
Fibras inmaduras:
Se presentan más aplatadas y más transparentes que las fibras maduras, absolutamente sin torsiones y el lúmen lleno de substancias protoplasmáticas

y sus paredes son particularmente sutiles a causa de la incompleta formación de la pared secundaria. Las causas de esta anomalía son devidas a una cosecha anticipada, por el temor de que el mal tiempo dañe la cosecha, o a la acción nociva de bacterias a la semilla luego de la maduración o también, a condiciones climáticas desfavorables durante las fases de maduración y florecimiento. Los algodones que contienen un alto porcentaje de fibras inmaduras (más de 30%) se presentan opacos, débiles y sin elasticidad (prensados en una mano conservan la forma impresa).

Fibras muertas:

En estas fibras, las paredes son extremamente sutiles y están constituidas esencialmente por la pared primaria. Son más anchas y absolutamente planas y con arrugas muy marcadas e irregulares.

Las fibras muertas se generan a causa de enfermedades de la planta o de heladas nocturnas durante el desarrollo de la fibra. La hilatura de algodones que contienen fibras muertas es difícil y poco rentable; en efecto durante la operación de estiro se rompen con facilidad y determinan un aumento en el desperdicio, se cargan de electricidad estática causando continuos envolvimientos de fibra en los cilindros de presión, roturas de hilo en las continuas y mayor pelosidad en los hilados. Sometidas a la acción de puntas metálicas (carda) las fibras muertas y aquellas inmaduras se enredan entre ellas dando lugar a la formación de "NEPS".

CULTIVO DEL ALGODON

La planta de algodón se desarrolla en zonas bajas y planas y en terreno fresco , arenoso y rico en carbonato de calcio (cal); son indicados los terrenos aluvionales cercanos a los grandes ríos y lagos. Necesita de mucha luz. notable calor y suficiente humedad sea en el terreno como en la atmósfera.

Para obtener un buen rendimiento es necesario efectuar "rotaciones agrarias" alternando al algodón otros cultivos como los cereales. Las cosechas plurienales han sido abandonadas desde hace mucho tiempo, por su bajo rendimiento y poque favorecen la difusión de enfermedades y de parásitos en la planta

La cosecha anual, en relación al clima y a la naturaleza del terreno, pude ser "secante" o "irrigante".

La primera se realiza en zonas donde se tienen abundantes precipitaciones, especialmente durante el período vegetativo. Este sistema está difundido en Asia.

La cultivación irrigante, ya que requiere una sistematización adapta del terreno, valoriza cualitativamente y cuantitativamente el producto. Esta es típica de las cosechas americanas y egipcias (Valles del Mississippi y de Nilo).

Las operaciones principales que se deben hacer para la cosecha anual son las siguientes:

- Destrucción de los principios de la cosecha precedente.
- El arado con profundidad de 25 a 30 cm.
- Limpieza del terreno para preparar este a recibir las semillas.
- La siembra ("sowing"), que se hace generalmente " en filas", metiendo las semillas a una distancia cerca de 30 cm y a una profundidad de 3-4 cm.

La distancia entre las filas es cerca de 1 metro para consentir un buen pasaje del aire y del sol. La siembra es efectuada a mano o a máquina. La siembra mecánica es la más económica y la más precisa, se efectua con aparatos que cavan el suelo y depositan las semillas a intervalos regulares, recubriéndolas luego con tierra.

- Cuando las plantas han alcanzado una altura aproximada de 20 cm, se realiza la operación de " desraizado", que consiste en sacar las plantas en sobrenúmero y menos desarrolladas, con el fin de ayudar el desarrollo de la planta más robusta. (operación manual)
- Durante el período vegetativo de la planta, se efectua una operación de limpieza que con un azadón se ensuaviza la corteza superficial del terreno y se sacan las hierbas malas.
- La irrigación a intervalos regulares hasta el completo desarrollo de la planta, predisponiendo el terreno en modo adecuado.
- El podado ("topping") que consiste en cortar la parte superior de la planta antes que comience el florecimiento, con el fín de favorecer una mayor producción de cápsulas.

Luego de cinco meses de la siembra, las cápsulas están maduras y dejan salir los copos, que luego de perder gran parte de su humedad tienen que ser cosechados para que el viento y la lluvia no provoque su dispersión.

COSECHA DEL ALGODON ("PICKING")

Es la primera operación de preparación del algodón a la elaboración industrial y, dado el gran cuidado requerido, es aquella que incide mayormente en el costo final del producto. Además que, de la manera como esta se realiza depende en gran parte el valor comercial de la fibra.
La presencia en la cosecha de substancias extraneas hace disminuir sensiblemente el prestigio del algodón.
La cosecha se realiza luego 7-10 días de la abertura de las cápsulas y es hecha a mano o a máquina.
La cosecha manual es la más larga y costosa, pero es aquella que da los mejores resultados y es aún hoy la más adoptada, especialmente para algodones buenos, porque solo cosechando a mano es posible evitar mezclas daninas.

La cosecha manual es efectuada en tres etapas: la primera interesa las cápsulas de las ramas bajas, la segunda de las ramas medianas y la tercera de las ramas superiores. De la primera se obtiene el mejor algodón, de la segunda un algodón de calidad media y de la tercera se obtiene fibras no completamente maduras y por lo tanto poco elásticas y menos resistentes.
La cosecha mecánica ha sido recientemente introducida en los paices de cultivo de algodón muy desarrollado pero, sin encontrar una amplia aplicación así este represente un sistema muy económico respecto al precedente: una cosechadora mecánica hace el trabajo promedio de 25 personas. El método mecánico no ha sido completamente adoptado debido al hecho que ninguna máquina, hasta hoy, ha alcanzado la perfección de la cosecha manual.
Esta es adoptada para algodones de bajo y medio valor.
La cosecha mecánica se hace con aparatos aptos para pasar entre las filas de las plantaciones y con dispositivos recolectores de diversos tipo, según la delicadez del algodón de cosechar y del grado de limpieza deseado.
En efecto, la cosecha mecánica se realiza siguiendo dos métodos diferentes
1.- **Método Picking**, tomando los copos de las capsulas abiertas, este método es usado para algodones de valor y es similar a aquella manual.
Entre las máquinas que cosechan el algodón con el metodo picking, las mas difundidas son las cosechadoras pneumáticas.
Estas están constituidas por una bomba aspirante que provoca una depresión en un gran contenedor-filtro, donde estan colegadas derivados tubulares flexibles en cuyo extremo final se encuentran las boquillas. Para cada boquilla es necesario un operador que, pasando entre las filas de las plantas, acerca la boquilla a las cápsulas abiertas, de modo que por la fuerte aspiración de aire las fibras entran en los tubos y se depositan en el contenedor-filtro.
En otra cosechadora picking de mas reciente construcción, el dispositivo recojedor esta compuesto por por una serie de púas cónicas, dotadas de un movimiento de rotación lento, y cuya superficie es aspera. Estas púas están colocadas en forma oportuna en el medio de la máquina (esta parte de la máquina, siendo suficientemente alta, puede pasar sobre las plantas sin dañarlas). Las fibras de las cápsulas se adhieren a las púas que pasan cercanas a ellas, mientras que las cápsulas inmaduras y las cerradas son dejadas intactas. Las púas son constantemente limpiadas por un dispositivo pneumático, que al mismo tiempo manda los copos a un gran contenedor que esta sobre la máquina.
2.- **Método Stripping**, desprendiendo de la planta las cápsulas enteras, maduras o inmaduras. El algodón cosechado con este método contiene impuridades como hojas, estrellas, cápsulas etc., por lo tanto su valor es menor, pero con un gran ahorro económico (75%) respecto a la cosecha

manual. Luego con un mínimo gasto en máquinas especiales, se elimina las impuridades gruesas. Los algodones de bajo valor se cosechan con este método.
Las cosechadoras mecánicas con el método stripping son de facil construcción y existen mas de una.
Aquella que ha encontrado mayor aceptación es la cosechadora **cotton sled**, que consta de un rastrillo, con largos dientes, dispuestos en plano inclinado. Estos penetran a la base de las plantas y abanzan a través de las filas de plantas, arranca de estas todas las cápsulas. También esta máquina está prevista con un contenedor donde se deposita el material cosechado.

El algodón cosechado es luego sometido a un secamiento natural, dejándolo al aire y removiéndole constantemente para eliminar el exeso de humedad (40%) en el contenido. Una humedad exesiva en el algodón produce moho y lo hacen totalmente inutilizable. Luego siguen las operaciones de , cernimiento, conservación, condicionamiento y desmotado.

Cernimiento.-
Es una selección posterior a la cosecha, realizada durante el secamiento, para extraer del algodón bueno las cápsulas que fueron cosechadas por error. Esta operación se realiza a mano y sólo para algodones de cierto valor.

Conservación.-
Consiste en disponer en bodegas adecuadas la cosecha que, luego deberá ser desmotada.
Los locales de conservación deben ser completamente secos, bien aireados y suficientemente espaciosos para permitir remover luego el producto sin mezclar los varios lotes.
Una buena conservación impide la disminución de brillo y de resistencia de las fibras, alteraciones de color y en ciertos casos autocombustión.

Condicionamiento.-
Consiste en secar artificialmente el algodón antes de pasar al desmotado.
Se realiza mediante secadores de tipo vertical u horizontal, formados por cámaras dentro las cuales, a más del algodón, entra una corriente de aire caliente a 60 grados Celcius.
Con este proceso se extrae del algodón aproximadamente el 3% de humedad. Este secamiento posterior del algodón permite que las fibras se separen de las semillas más facilmente durante el proceso del desmotado, haciendo aumentar el rendimiento de la desgranadora y facilitando la eliminación de impurezas.

Desde los secadores el algodón es transportado por medios pneumáticos hacia las líneas de desmotado.

Desmotado (Ginning)

Es una operación muy delicada y de gran importancia para valorizar el algodón.
Un desmotado inadecuado, a más de provocar irremediables disminuciones de resistencia, largo y elasticidad en las fibras, facilita la formación de enredos de fibras (nudos=neps, botones= naps, entretorcidos=strings).
Por lo tanto, en relación a las características físicas de la fibra y del grado de limpieza del algodón, se escoje entre los diversos procesos de desmotado, el más adecuado.
Las líneas de desmotado se componen de órganos limpiadores (pickers) y desmotadores o desgranadores (gins). Los órganos limpiadores están constituidos por cilindros rotantes, con aspas y envueltos parcialmente de rejillas.
Las aspas agarran los copos que, por fuerza centrífuga, van a golpear contra las rejillas de manera que abandonan las impuridades. Para algodones con cápsulas, o sea aquellos cosechados por el metodo stripping, las máquinas están provistas de órganos para separar estas cápsulas, los copos luego son aspirados a través de tubos y alimentados a las desgranadoras.
Hay en uso dos tipos de desgranadoras, a sierras y a rodillo. Estas máquinas tienen el objetivo de separar las fibras de las semillas y de continuar la limpieza del algodón.

Desgranadora a Sierras (Saw Gin) (Ver Fig. 1)

Esta constituida por un eje robusto, sobre el cual están montados 80 discos dentados (sierras), de 300mm de diámetro y 1 mm de espesor, rotantes a una velocidad de 400 rpm.
Entre un disco y otro penetran las láminas de dos rejillas, una externa y la otra interna. Las dos rejillas estan dobladas en manera de formar en la parte superior una cámara cilindrica **(roll box)**. Los copos llegan a la máquina a través de un canal de alimentación y son adheridos a la rejilla externa y a los dientes de las sierras por un rodillo golpeador dentado llamado **picker roll**. Las fibras agarradas por los dientes de las sierras pasan la primera rejilla, perdiendo en este punto las impuridades mas gruesas y son arrastradas al roll box, donde se comprimen formando una masa compacta de algodón llamada por su aspecto de rodillo **seed roll.**
Este, por efecto del movimiento de las sierras, gira lentamente dentro de la roll box y en sentido contrario al de las sierras. El movimiento y la presión ejercitada por el rodillo sobre las sierras hacen que las fibras sean totalmente separadas de las semillas, antes que estas dejen la cámara cilíndrica. Las semillas, separadas de las fibras, caen por gravedad por un paso obligatorio

(entre las dos rejillas y las sierras), para luego ser transportadas mecánicamente a un depósito.
Las fibras, pasan la segunda rejilla y son removidas de los dientes de las sierras de dos maneras, mecanicamente o pneumaticamente.
Mecanicamente con un cepillo cilíndrico (brush gin) con cerdas naturales o de nylon, que gira a una velocidad superior a aquella de las sierras y en sentido contrario.
Pneumaticamente con una fuerte corriente de aire (air gin). El sistema más práctico y eficaz es este.
En ambos casos las fibras son transportadas pneumaticamente a los contenedores donde se recoje el algodón desmotado en espera del embalaje.
La producción de la desgranadora a sierras es alrededor de 300 Kg/h. Debido a la acción intensa ejercitada sobre las fibras, estas máquinas son usadas para algodones de fibra gruesa y resistente.

Desgranadora a Rodillo (Roller Gin) (Ver Fig. 2)
Esta constituida por un cilindro de 250 mm de diámetro y 1000 mm de largo, gira a 750-850 rpm, esta recubierto por una piel áspera y arrugada y con canales elicoidales. Dos cuchillas estan colocadas tangencial y paralelamente al cilindro. Una superior es fija y esta muy cercana al cilindro para consentir el paso de las fibras pero no de las semillas, y la otra inferior, es oscilante para presionar las fibras sobre el cilindro. Un recipiente de alimentación esta colocado delante las cuchillas, y su fondo llamado mesa de alimentación es radial y paralelo al axis del cilindro, y tiene ademas un pequeño movimiento alternativo horizontal para mandar los copos que están dentro del recipiente contra la superficie del cilindro entre las dos cuchillas.
El movimiento rotativo del cilindro, la aspereza y los canales de la piel, la oscilación de la cuchilla inferior y el movimiento alternativo del recipiente, hacen que las fibras se adhieran fuertemente a la superficie del cilindro y, pasando bajo la cuchilla fija, se separen en este punto las semillas, que caen en el fondo de la máquina, pasando por la fuerza de gravedad por el espacio existente entre la mesa y el cilindro.
A la salida y muy cercano al cilindro se encuentra un boca de la tubería donde una fuerte corriente de aire aspirada hace que las fibras se separen del cilindro y sean transportadas al depósito respectivo antes del embalaje.
Todos los algodones de valor y particularmente aquellos tenaces, son desmotados con esta máquina que produce en promedio 230 Kg/h.

Rendimiento de desmotado.-
Es la cantidad de fibras que se obtiene del desmotado de 100 Kg de algodón cosechado. Este depende sobretodo de la especie de la planta, de las

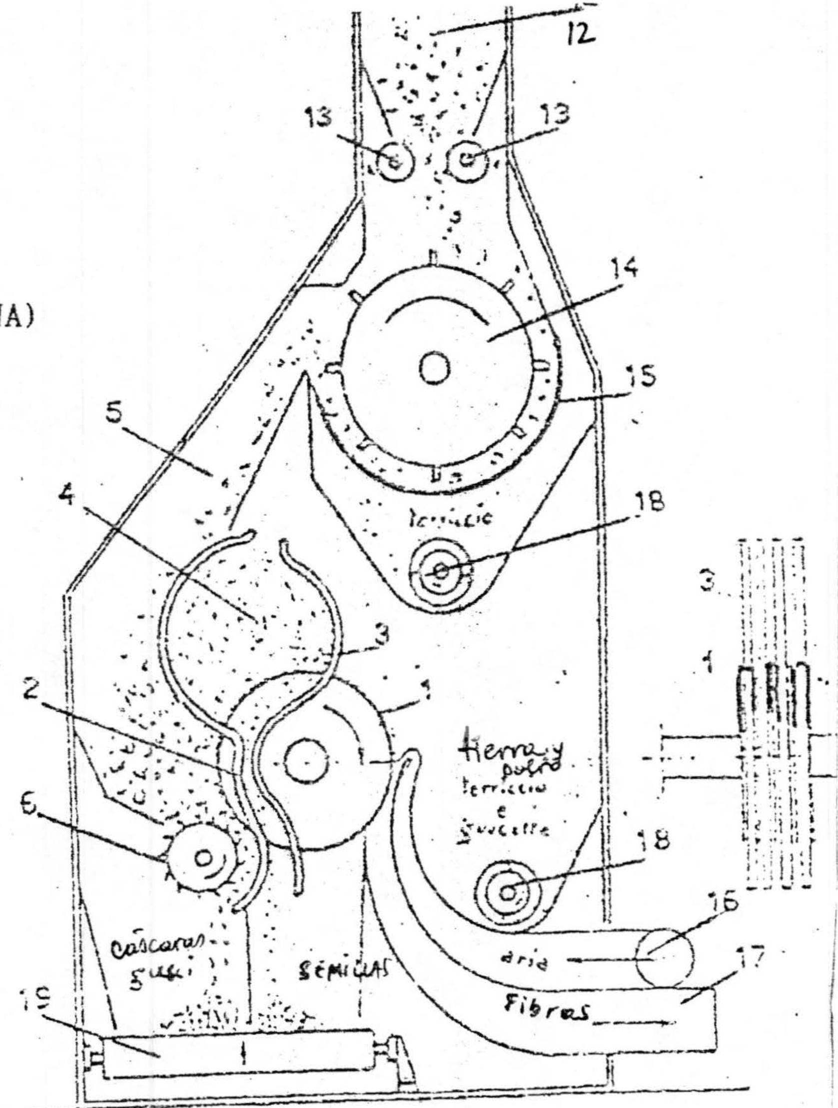
la fibra (grado de madurez, resistencia, finura y elasticidad.)
El rendimiento promedio de las principales especies de algodón es alrededor de 35%, con extremos entre 32% y 40%.

Empacado y embalaje.-
El algodón es comprimido y empacado en los locales donde se realiza el desmotado, mediante grandes prensas hidraúlicas de tipo down-packing o up-packing, según si las pacas son confeccionadas respectivamente en la parte inferior o superior de la prensa.
El embalaje se realiza cubriendo las pacas con tela de yute o de algodón y amarrándolas con alambre de acero o zuncho metálico. Las pacas así formadas, son numeradas, clasificadas, separadas en lotes e introducidas al mercado. Su forma es paralelepipeda y difieren en tamaño y peso de acuerdo al país de origen.
Ejemplo:
-Algodones U.S.A. son confeccionados en pacas de 1,3x0,6x1 m, con peso promedio de 225 Kg (500lbs), con una densidad de 300 Kg/m3, recubiertas parcialmente con tela de yute, amarradas con 6-7 alambres o zunchos.
-Algodón Indú es confeccionado en pacas de 1,2x0,55x0,45 m, con peso promedio de 180 Kg (400lbs), con una densidad de 600 Kg/m3, recubiertas parcialmente con tela de yute, amarradas con 1 solo alambre dispuesto en espiral por 11-12 vueltas.

Utilización de las semillas.-
Las semillas cubiertas (Herbaceum, Arboreum, Hirsutum) son sometidas a la operación de depilaje, para sacar de ellas los pelos sutiles y pequeños llamados linters.
Las máquinas depiladoras son similares a la desgranadora a sierras, provistas de un mayor número de sierras(140) con dientes más pequeños y mayor número de estos.
Con los linters se produce algodón hidrófilo, papel, pólvora y rayón.
La semilla luego es molida y comprimida para sacar el aceite, lo restante es utilizado para harinas, alimentos de animales y fertilizantes.
Para información de linters se obtiene el 5%, corteza 25%, pulpa 47%, aceite crudo 15%.
Las semillas destinadas a reproducción son primeramente seleccionadas, para eliminar aquellas pequeñas, las rotas, la tierra y materia extranea en general, por medio de máquinas seleccionadoras a acción mecánica o a chorro de aire.
Se guarda luego las semillas en locales bien aireados y secos para evitar la germinación expontánea o la presencia de moho por exceso de humedad. En estos locales las semillas son puestas en sacos o esparcidas sobre el pavimento y tienen que ser continuamente movidas.

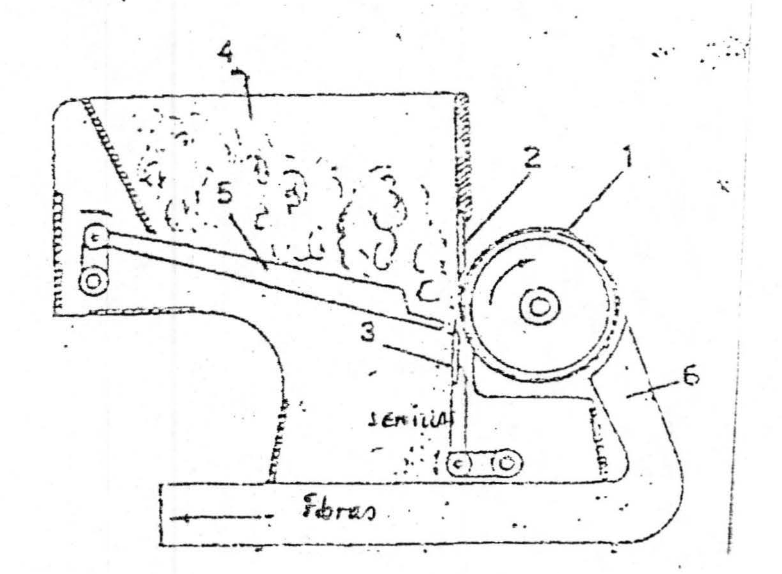
ESQUEMA DE UNA DESMOTADORA A SIERRAS (CON LIMPIADORES) (Fig.-1)

1.- SIERRAS
2.- REJILLA LIMPIADORA (EXTERNA)
3.- REJILLA DESGRANADORA (INTERNA)
4.- ROLL BOX
5.- CANAL DE ALIMENTACION
6.- PICKER ROLL
7.- TUBO DE ALIMENTACION
8.- CONDENSADOR DESCARGADOR
9.- ASPA DESCARGADORA
10.- REJILLA DE CONDENSACION
11.- DESCARGA DEL AIRE
12.- SILOS
13.- CILINDROS DE ALIMENTACION
14.- ASPA LIMPIADORA
15.- REJILLA LIMPIADORA
16.- TUBO DE AIRE SOPLADO
17.- TUBO TRANSPORTE ALGODON
18.- CAMARA DE DESCARGA
19.- CINTA TRANSPORTADORA



ESQUEMA DE UNA DESMOTADORA A RODILLO (Fig.-2)

1.- CILINDRO
2.- CUCHILLA SUPERIOR
3.- CUCHILLA INFERIOR
4.- CAMARA DE ALIMENTACION
5.- MESA
6.- TUBO TRANSPORTE ALGODON



ALGODON DESMOTADO

Los requisitos en base a los cuales se juzga la calidad de un algodón se pueden distinguir en naturales, y artificiales.
Los elementos cualitativos naturales son, el largo, la finura, la resistencia, la elasticidad, y el color de las fibras.
Los elementos cualitativos artificiales o industriales son, la limpieza, la preparación y la homogeneidad.
Otros requisitos que estan presentes en la valorización comercial son, la recuperación de humedad y el embalaje.
La determinacion de estos factores constituye aquella operación compleja y delicada que se llama clasificación, en base a la cual es posible establecer el valor comercial del algodón desmotado.
Largo de la fibra.-
Es el elemento más importante de las fibras. En efecto, mientras más larga es la fibra mayor es su valor, porque se pueden obtener hilados más sutiles y por lo tanto más deseados.
Para aclarar mejor este concepto, escribamos las 5 categorías de algodones en relación a su largo y el rango de títulos de hilos obtenibles con estas en Ne.

1.- Muy largas (extra long staples)	44,5 mm-38,1 mm	Ne 200-100
2.- Largas (long staples)	38,1 mm-28,6 mm	Ne 100- 36
3.- Medias (medium staples)	28,6 mm-25,4 mm	Ne 36- 24
4.- Cortas (short staples)	25,4 mm-22,2 mm	Ne 24-16
5.- Muy cortas (very short staples)	22,2 mm-16,0 mm	Ne 16- 8

Los algodones de fibra larga constituyen aproximadamente el 15% de la producción mundial, aquellos de fibra media constituyen el 75% y aquellos cortos el 10%.
Suponiendo que tomamos al azar un poco de fibras de una paca, se puede ver que muchas fibras tienen el largo medio, otras son más largas y otras más cortas. El largo de las fibras se refiere a la media y puede ser determinado por un experto mediante una simple operación manual o en el laboratorio con aparatos determinados. (Ver págs. 28-29)
Los siguientes son largos de fibra de algunas especies

ESPECIE	VARIEDAD	LARGO FIBRA	ORIGEN
G.BARBADENSE=	Sea Island	44-55 mm	Indias Occidentales
	El Paso	30-40 mm	Arizona U.S.A.
	KarnaK	30-40 mm	California U.S.A.
	Pima	30-40 mm	Perú

G.PERUVIANUM=Tanguis		25-35 mm	Perú
	Serido	25-35 mm	Norte Brasil
G.HIRSUTUM =	Filestani	25-35 mm	Irán
	Acala	25-35 mm	California U.S.A.
	Acala	20-30 mm	Irak

etc.

Finura de las Fibras.-

Tiene relación al largo y es un elemento muy importante porque de este depende el número de fibras contenidas en un hilo. La sección transversal de las fibras de algodón crudo, es siempre menos circular mientras esta es más fina.

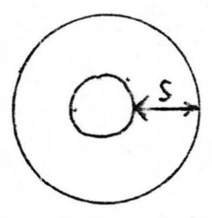
El diámetro aparente de las fibras puede variar grandemente, de 10 a 40 micrones. Es más la fibra es hueca y el espesor de su pared varia en relación a la madurez.

En relación al *diámetro aparente*, las fibras pueden ser divididas en cuatro categorías

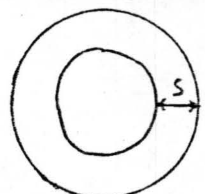
1.- Finísimas.- con diámetro medio inferior a 16 micrones
2.- Finas.- con diámetro medio entre 16 y 18 micrones
3.- Medias.- con diámetro medio entre 18 y 25 micrones
4.- Gruesas.- con diámetro medio mayor a 25 micrones

La medida del *diámetro aparente* de las fibras por el mocroscopio, no tiene un gran significado, porque en una misma variedad de algodón, y para el mismo *diámetro aparente*, el espesor de la pared puede variar notablemente.

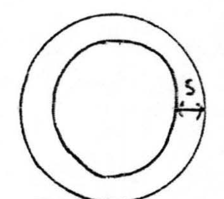
Fibras con igual diámetro



Fibra bien madura
(s = 4 u)



Fibra madura
(s= 3 u)



Fibra muerta
(s = 1 u)

Variando el espesor de la pared, a igual *diámetro aparente*, varía naturalmente el peso unitario de las fibras. Por esto la medida del diámetro no es nunca efectuada sino que la medida es la finura gravimétrica, o sea el **peso de las fibras por unidad de longitud.**

La finura gravimétrica puede ser expresada con diversos sistemas.

Titulación directa.-

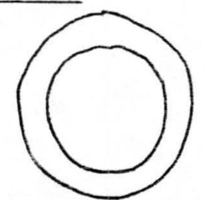
a.) Denier= 1 den o 1 Td = 0,05 g/450m = 1 g/ 9000 m
b.) Militex = 1 mtex = 0,001 g/ 1000 m = 1 g/ 1000 m
c.) Micronaire = 1 ug/1 = 0,03937 g/1000 m

Numeración Indirecta.-
a.) Número Métrico = 1 Nm = 1000m/1000g
Tabla de Conversiones.- (Ver tabla # 1)

Hay que recalcar que la finura gravimétrica varía, incluso en la misma calidad de algodón, con el grado de madurez del algodón.

Ejemplo: Fibras con igual finura gravimétrica





Fibra muy madura   Fibra madura   Fibra muerta

La finura gravimétrica más importante es la finura micronaire, porque es medida con el Aparato Micronaire, que se basa en las variaciones de la caida de presión de un flujo de aire que atraviesa una masa de fibras, mientras que el peso y el volumen permanecen constantes.

Aparato Micronaire.- (Ver Fig.3)

La muestra de 3,24g es introducida en el cilindro que es comprimido. Una corriente de aire comprimido está unida al aparato. El aire tiene una presión constante de 0,42 atmósferas y es introducida desde abajo del aparato por un tubo transparente vertical con escalas y forma tronco cónica.

Una livianísima pesa metálica flota, por efecto de la corriente de aire en el tubo, se mueve y asume una posición de equilibrio en relación a la velocidad que el aire ha cojido, este atraviesa uniformemente la muestra de fibras y sale luego en la atmósfera a través de una perforación hecha en el axis del cilindro donde están las fibras. En correspondencia a la posición del índice se lee directamente el valor micronaire en la escala graduada en ug/1".

La Clasificación Micronaire del ADA (Departamento de Agricultura Americano) da los siguientes valores para algodones americanos- Upland de largo Medio y Corto.

Indice Micronaire (microgramo/pulgada)	Clasificación
1.- menos de 3	muy fina (very fine)
2.- de 3 a 3,9	fina (fine)
3.- de 4 a 4,9	media (average)
4.- de 5 a 5,9	gruesa (coarse)
5.- más de 6	muy gruesa (very coarse)

La relación entre la finura micronaire y las características de hilabilidad de los algodones americanos de diverso índice micronaire esta indicada en una clasificación hecha por George W. Pfeiffenberger.

Indice de finura Micronaire	Características de Hilabilidad
Hasta 3,2 (muy fina)	Caracter decadente, inmaduro, mucha tendencia a la formación de Neps, alto porcentaje de desperdicio, dificil de limpiar, dificil de estirar. Produce un hilo irregular y manchado pero muy resistente. De evitar o usar en pequeñas cantidades en mezcla con algodones mas gruesos.
De 3,3 a 3,9 (fina)	Al límite entre decadente y normal. Lijeramente inmaduro y con tendencia a Neps, pude ser usado ventajosamente en mezclas con algodones más gruesos, especialmente en hilos finos. Produce hilos algo manchados y resistentes.
De 4,0 a 4,6 (media)	Caracter normal, media madurez, tendencia normal a formar Neps. Bueno para todos usos. Produce hilos con buena resistencia y uniformidad en titulos medios y bajos.
De 4,7 a 5,3 (gruesa)	Buen caracter, buena madurez,pocos neps, fibra rígida,fácil de limpiar, cardar y estirar. Produce un hilo uniforme y lleno pero de resistencia lijeramente inferior a la normal. Usar en mezcla con algodones mas finos para títulos de medio a bajos.
De 5,4 en adelante (muy gruesa)	Excelente caracter. Mismas características que el precedente pero en mayor medida. A menude longitud corta. Produce un hilo de óptimo aspecto pero de poca resistencia. Solo para títulos gruesos.

Resistencia de las Fibras.-

Es la reacción que las fibras oponen a la solicitación de tracción, y depende, en mayor parte, de la finura. En efecto esta varía (de 5 a 10 g) en relación a la finura y por lo mismo es mayor para las fibras gruesas y menor para las fibras finas. Es de recalcar que la resistencia de un hilo no esta relacionada directamente con la resistencia de las fibras que lo componen.

Esto se explica del hecho que examinando el hilo en el punto de rotura, no todas las fibras resultan despedazadas. Ademas un **hilo hecho con fibras más cortas es menos resistente que otro del mismo título pero con fibras más largas,esto se deve a que el último tiene mayor número de fibras por sección, y estas presentan una mayor adhesión que las cortas.**

La prueba de resistencia a la tracción de fibras singulares debe ser hecha en un gran número de pruebas, dada la gran variabilidad entre una fibra y otra. Son necesarias de 100 a 200 pruebas. Para las pruebas son usados los dinamómetros, en los cuales la distancia entre las mandíbulas y el tiempo son fijos, ya que estos pueden influenciar en los resultados finales. (la resistencia disminuye a mayor distancia), es normalmente usado 20 segundos de tiempo y 10 mm de distancia.

Los valores de resistencia de la fibra pueden ser expresados con los siguientes sistemas.

-Carga a la rotura (gramos)
-Longitud a la rotura (Km)
-Tenacidad (g/den o g/tex o cN/tex)
-Resistencia Especifica (Kg/mm2 de seccion fibra o 1000 lb/inc2)

Se puede pasar de un sistema a otro por medio de los factores de conversion. (Ver tabla #2)

Tabla indicativa de resistencia de algunos algodones.

VARIEDAD	CARGA A LA ROTURA (gramos)	RESISTENCIA ESPECIFICA (Kg/mm2)	LONG. A LA ROTURA (Km)	TENACIDAD (g/den)
SEA ISLAND	6	80	50	5,5
ALTO EGIPTO	7	55-60	35-40	3,9-4,4
AMERICAN UPLAND	5-6	40-60	25-40	2,8-4,4
INDIA BROACH	6	30	20	2,2
INDIA BENGALS	7,5	28	18	2

El Aparato Pressley (Ver Fig. 4) consiente en determinar la resistencia a la rotura de un grupo de fibras.

El grupo de fibras es agarrado entre dos mandíbulas paralelas y en cerca contacto entre ellas (1/8 inc). Las mandíbulas son insertadas en el Aparato Pressley.

La mandíbula superior se pone en un puente, unido con la barra inclinada de medición. La resistencia del grupo de fibras mantiene en posición casi horizontal la barra inclinada. Una pesa movible es desarticulada y baja a lo largo de la barra inclinada hasta provocar la rotura del grupo de fibras. La pesa movible es atrancada y la carga a la rotura es leida sobre una graduación en la barra inclinada, con una presición de un décimo de libra. Luego las dos raices del grupo de fibras son pesadas en una balanza muy sensible.
El valor de la tenacidad es dado por la siguiente formula

$$\text{INDICE PRESSLEY} = \frac{\text{carga a la rotura en libras}}{\text{peso de las fibras en mg}}$$

TENACIDAD EN g/tex= longitud a la rotura en Km = Indice Pressley x 5,36

La Resistencia Específica Pressley, o sea la resistencia por unidad de sección del grupo de fibras, es expresada en una unidad de medida de 1000 libras por pulgada cuadrada.

RESISTENCIA ESPECIFICA PRESSLEY = 10,8 x INDICE PRESSLEY

Una clasificacion del A.D.A. reporta los siguientes valores de referimiento de la Resistencia Especifica Pressley

Superior a 93	= Extra fuerte (extra strong)
87 - 92	= Muy fuerte (very strong)
81 - 86	= Fuerte (strong)
75 - 80	= Medio (average)
70 - 74	= Discreto (fair)
Inferior a 70	= Débil (weak)

Elasticidad.-
Una fibra es suficientemente elástica cuando, sometiéndola a una tensión débil, se estira con facilidad y, cuando cesa esta tensión, regresa a su largo original.
En hilatura, los algodones de buena elasticidad se trabajan fácilmente y los hilos que se obtienen, son regulares y resistentes, y en los telares dan el máximo rendimiento.
La elasticidad de una fibra, depende del grado de madurez de esta, de la fertilidad del terreno y la humedad que ella contiene.

La elasticidad no está relacionada con la resistencia, pero se usa durante el control de esta en el dinamómetro. (elongación a la rotura)
La elongación a la rotura de las fibras de algodón depende de la elasticidad propia de las fibras. Es un elemento fundamental para las características de hilabilidad del algodón y es muy variable en relación a las diferentes variedades de algodón, y tiene valores más altos para algodones de fibra larga, fina y bien madura. Puede variar desde 4% al 12% con una media de 7-8%.

Color.-
Es otro elemento de valorización que no es entendido como mayor o menor blancura de la fibra(blanco, amarillento,gris, etc), sino, como brillo (blanco brillante, opaco etc...) y como intensidad de color (difundido, manchado,etc)
El color de la fibra depende de la naturaleza y de la variedad de la semilla, además de las condiciones climáticas características de las zonas de cultivo.
El color del algodón puede ser alterado por diferentes causas, por ejemplo envejecimiento o frío (amarillento), parásitos (manchas amarillo-rojizas), demora de la cosecha, enfermedades o lluvia (opaco, grisaceo, azulado) etc.

Limpieza.-
Es uno de los caracteres que más influencia en el valor comercial del algodón cosechado y depende principalmente del modo como se efectuan las operaciones de cosecha y desmotado.
Por limpieza se entiende la presencia de impuridades como arena, fragmentos de hojas secas, cápsulas, estrellas, tierra y semillas inmaduras.
El algodón es depreciado, en lo referente a la limpieza, sobre todo si es que contiene pequeñas impuridades (llamadas cáscaras), porque la eliminación de estos pequeños fragmentos es muy dificil y a veces pueden terminar en el hilo final con la consecuente disminución de su valor.
El contenido de impuridad constituye uno de los elementos fundamentales de clasificación y puede ser medido en la linea de apertura, bataneo y cardatura, o con el Analizador Shirley.

Preparación.-
La preparación depende fundamentalmente del cuidado puesto en, la cosecha, el cernimiento, el condicionamiento y sobre todo en el desmotado.
El juicio de preparación puede ser dado por Clasificadores Expertos en base a la eventual existencia, en el algodón desmotado, de fibras muertas, pequeños nudos de fibras (neps), de envolvimientos de fibra (naps), de trenzas y enredos (strings), de fibras rotas (cut gin), etc...
Los neps y naps, se presentan en mayor número en algodones con paredes sutiles.

Los strings y naps, no deprecian sensiblemente el algodón, en el que están presentes, ya que son facilmente eliminados en los abridores y en las cardas. Los neps al contrario, son dificiles de eliminar y constituyen un factor negativo para la valorización del algodón. Un algodón que contiene muchos neps, revela la tendencia de sus fibras a enredarse entre ellas, y es probable que durante el cardado se formen otros neps.

Homogeneidad.-

La homogeneidad del algodón se refiere a la uniformidad de todos los elementos cualitativos vistos. Esta puede ser **de lote**, y se refiere al algodón que constituye una partida (en general de 100 pacas), y **de paca**, para el algodón de una sola paca.

La homogeneidad interesa sea al productor como al hilador, pero puede suceder que por error, durante la clasificación y composición de los lotes o simplemente durante el embalaje, se efectuen mezclas muy daninas.

De la homogeneidad depende la posibilidad de efectuar una elaboración regular y de obtener un producto cualitativo satisfactorio.

Clasificación Comercial.-

Luego del embalaje el algodón es colocado en bodegas donde cada paca es pesada y probada. La prueba se hace extrayendo una muestra del centro de la paca de forma cuadrada (cerca 30x30 cm), de peso aproximado de 250g, con una superficie plana uniforme y continua. La clasificación es hecha, convencionalmente, en la muestra que representa lo más fiel posible el contenido de la paca de donde proviene.

La clasificación comercial se basa en determinaciones, por técnicos especializados y capacitados, de la llamada "clase" de un algodón, con el fin de establecer su valor comercial.

La "clase" representa el total de todos los elementos cualitativos de un algodón y comprende cuatro requisitos fundamentales, que son "grado","color","corte", y "caracter".

El grado del algodón.-

El grado del algodón esta caracterizado por la limpieza (impuridad), por el color, por la calidad (elasticidad, resistencia, madurez, finura, etc.), y de su preparación.

Para regular los contratos comerciales y para facilitar las operaciones de clasificación, los paices exportadores de algodón preparan anualmente muestras llamadas "Standares de grado", las cuales se refieren a las siguientes clasificaciones del Departamento de Agricultura Norteamericano. Para algodones Americanos el A.D.A. ha fijado 9 Standard principales. (Ver tabla No. 3)

El grado "Middling" (medio) es la mitad de la graduación, los grados precedentes son los más altos y los que le siguen son los grados más bajos. Cada Standard es cerrado en una caja y esta constituido por muestras de 12 pacas, todas del grado medio, pero no perfectamente idénticas para poder indicar las tolerancias.
El Standard no es nunca tocado, si fuese sería anulado. Para poder demostrar su genuidad, en el interior de la tapa de la caja hay una fotografía, que reproduce fielmente las muestras contenidas. Las muestras para comparar con el Standard, son colocadas al lado de la caja, en idénticas condiciones de luz y visibilidad.
Los algodones Egipcianos son clasificados en "grados" para cada variedad de algodón, subdivididos en fundamentales e intermedios. (Ver Tabla No. 4)
Existen muchas variedades de algodones egipcios, numerosas diferencias de largo, carácter y grado en una misma variedad, por lo tanto los algodones egipcios son normalmente tratados sobre muestras tipo.
Los algodones indúes son tratados sobre descripciones o sobre muestras, con denominaciones genéricas como, "superfine", "fine", "fully good", "good", "fully good fair", etc...
Los algodones de otros orígenes son clasificados teniendo como referencia los standares americanos si son de características similares.Siempre es aconcejable el referimiento a una muestra.

El color.-

El departamento Americano, prepara periodicamente,también para este requisito, muestras llamadas stándares de color, reagrupados en 6 categorías así:

G = Gray (blanco grisaceo)
E.W. =Extra White (blanquísimo)
W = White (blanco)
Sp. = Spotted (manchas rojizas)
T = Tinged (coloreado en rojizo)
Y.S. = Yellow stained (fuertemente coloreado en amarillo rojizo)

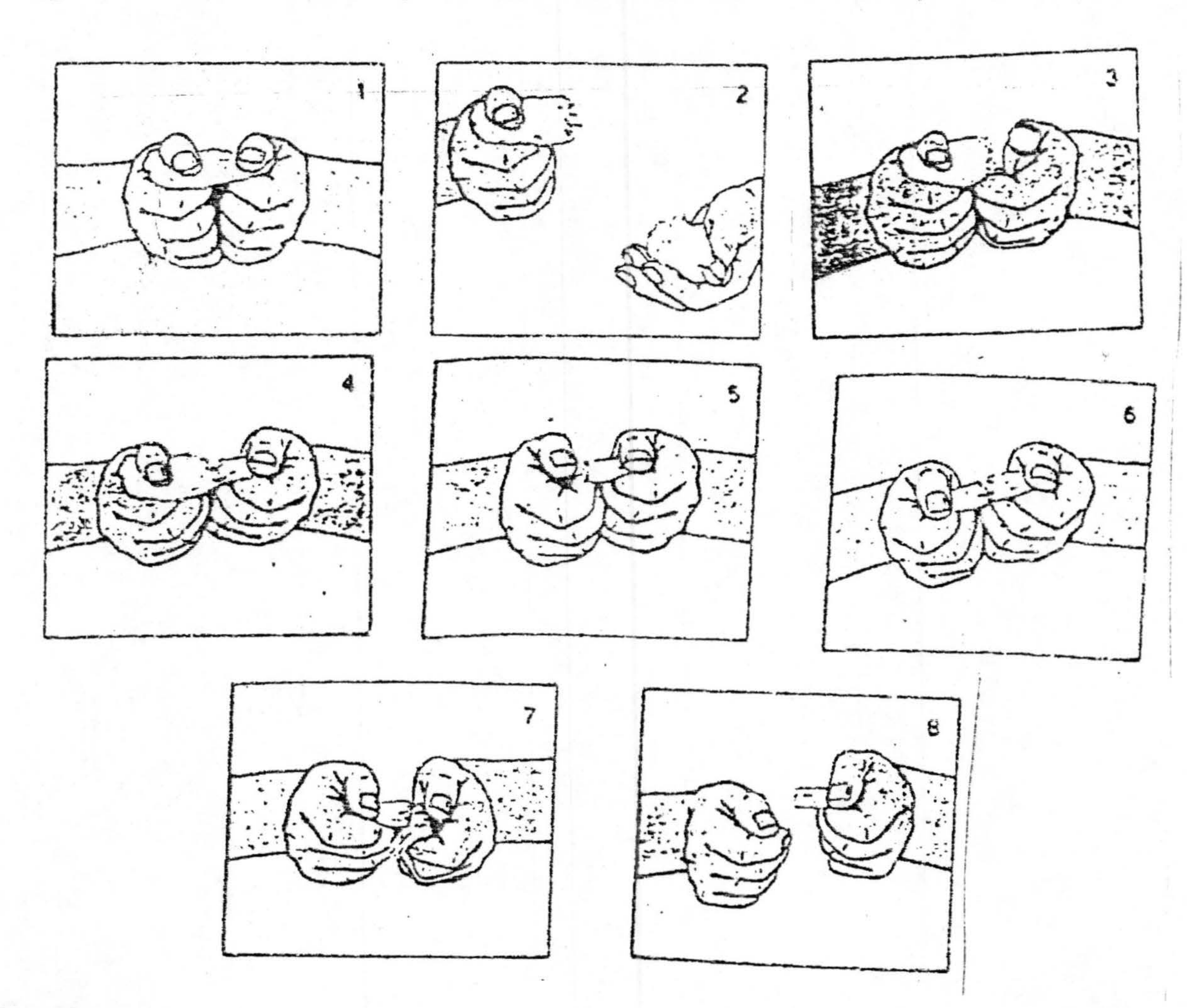
Cada categoría de color está subdividida en los stándares de grado tratados (Ver tabla # 3)

El corte.-

Con el nombre de corte se refiere al largo medio de las fibras. La clasificación del algodón para el corte es siempre efectuada por Clasificadores expertos, a mano en ambiente y material condicionados. (Ver pág. 29)

1) Se coje un pequeño grupo de fibras entre los pulgares y los indices de cada mano, y se separa lentamente en dos partes. (Fig. 1-2)
2) De una de las partes se extraen las fibras más agarradas, sobreponiendo y alineando sus extremidades entre el pulgar y el índice de la mano izquierda, hasta formar un grupo lo suficientemente consistente. (Fig. 3-4)
3) Se repite la operación al revés, pasando las más agarradas y alineando todas las fibras entre los dedos de la mano derecha. (fig. 5-6)
4) Con el mismo procedimiento se lleva las fibras hacía la otra mano, obteniendo así un grupo rectangular de fibras bien alineadas y paralelas, de espesor sutil y densidad uniforme. (Fig. 7-8)
El largo de fibra o corte es valorado a ojo, o puede ser medido con una escala en pulgadas o milímetros, o comparando con una muestra.
Con el fin de uniformizar los criterios de valorización, el A.D.A. ha promulgado los stándares oficiales de longitud de corte, reagrupándolos en cinco categorías mencionadas en: largo de la fibra. (Pag. 20)

El caracter.-
Es la atribución de más dificil determinación y tiene mucho que ver con el origen, variedad, madurez y con las caracterizticas de cosecha y de clima.



Humedad del Algodón
El algodón tiende a absorber la humedad atmosférica, en relación a la humedad relativa del ambiente.
Recuperación de Humedad del algodón en función de las condiciones ambientales:

HUMEDAD RELATIVA %	TEMPERATURA AMBIENTE Grados Centígrados 10°	20°	30°	40°
	RECUPERACION DE HUMEDAD %			
40	5,8	5,6	5,4	5,2
45	6,3	6,1	5,9	5,7
50	7,0	6,7	6,5	6,3
55	7,6	7,3	7,1	6,9
60	8,3	8,0	7,7	7,5
65	9,1	8,8	8,5	8,3
70	10,0	9,6	9,3	9,1
75	11,0	10,5	10,1	9,8
80	12,0	11,6	11,2	10,9
85	13,3	12,8	12,4	12,1
90	14,8	14,3	13,8	13,4
95	16,8	16,3	15,6	15,2
100	21,4	20,6	20,0	19,4

Se define:
-Contenido de Humedad o porcentaje de humedad, la cantidad de agua contenida en el algodón, medida llevando una muestra al seco absoluto, y expresa el porcentaje del peso inicial:

$$\%\ \text{Contenido H} = \frac{Pi - Ps}{Pi} \times 100$$

donde: Pi= Peso inicial
Ps= Peso seco

-Recuperación de Humedad o porcentaje de absorción, la cantidad de agua contenida en el algodón, expresa el porcentaje del peso seco absoluto.

$$\%\ \text{Absorción H} = \frac{Pi - Ps}{Ps} \times 100$$

donde: Pi= Peso inicial
Ps= Peso seco

La tasa de recuperación de humedad del algodón está establecida internacionalmente en 8,5%.
Esto quiere decir que a 100 Kg de algodón en el seco absoluto, le corresponde 108,5 Kg de algodón condicionado.
A la recuperación de humedad del 8,5 % corresponde un contenido de humedad del 7,834 %.

La medida de la humedad del algodón se realiza en la estufa de condicionamiento. Esta sirve para medir en modo exacto el contenido y la recuperación de humedad de los materiales fibrosos.
La muestra es pesada e introducida en una canasta perforada de la estufa, y luego se calienta a 105°C - 107°C (regulada por un termóstato) por medio de una corriente de aire caliente (resistencia eléctrica y ventilador)
La prueba continúa hasta que la muestra no reduzca más de peso (de 20 min a 1 hora). Se obtiene así el peso de la muestra al seco absoluto y en base a la cantidad de agua perdida se adquiere la recuperación de humedad.
Ejemplo:
Peso de la muestra en estado natural....................................310 g
Peso de la muestra al seco absoluto......................................286 g
Cantidad de agua perdida.. 24 g

$$\% \text{ contenido de humedad} = \frac{24}{310} \times 100 = 7{,}74\ \%$$

$$\% \text{ absorción de humedad} = \frac{24}{286} \times 100 = 8{,}39\ \%$$

Peso condicionado o mercantil del algodón.

El condicionamiento del algodón tiene el objeto de concretar la recuperación efectiva de humedad de las partidas de algodones, sobretodo para establecer el peso condicionado o mercantil de la mercadería. Se procede de la siguiente manera:
a) Control del peso bruto y neto de la partida y control de la tara real en base al peso del embalaje del 10% de las pacas. (en esta ocación se efectua normalmente tambien la prueba de rendimiento de apertura del algodón)
b) Recojimiento de muestras, en tres puntos diferentes de cada paca, que deben constituir una representación proporcional de todos los estratos sean internos y externos. El peso de cada muestra es de 100 g para pruebas normales y de 600 g para pruebas oficiales.

c) Sellado de cada muestra en una caja de lata, para impedir variaciones de humedad, y debe ser eventualmente pesada si la prueba de humedad no es hecha en poco tiempo.

El peso condicionado o mercantil de la partida, se obtiene en base a los resultados de la prueba de humedad sobre las muestras, con uno de los siguientes sistemas:

1) Utilizando el peso al seco absoluto de las muestras para establecer el peso al seco absoluto de la partida y por lo tanto el peso condicionado de la partida

$$\text{Peso seco partido} = \frac{\text{Peso seco muestras}}{\text{Peso inicial muestras}} \times \text{Peso neto partida}$$

$$\text{Peso mercantil partida} = \text{Peso seco partida} \times \frac{108{,}5}{100}$$

2) Utilizando directamente la recuperación de humedad de las muestras.

$$\text{Peso mercantil partida} = \text{Peso neto partida} \times \frac{108{,}5}{100 + \text{Rec. H. muestras}}$$

PROPIEDADES DE ALGUNAS FIBRAS TEXTILES

FIBRA	*DENSIDAD (g/cm3)*	*RESISTENCIA (g/den)*	*ELONGACION (%)*	*RECUP.HUMEDAD (%)*
ALGODON	1,54	3-4,9	3-7	8,5
LANA	1,32	1,7	25	17-18,25
LINO	1,51	6,1	2-5	12
POLIESTER	1,38	6,8-9,5	12-15,7	1,5-3
NYLON RT	1,14	2,2-7,2	17-65	5,7-6,3
NOMEX	1,38	4-5,4	26,5	ª 3
KEVLAR 29	1,44	16-19	4,1	ª 3
KEVLAR 49	1,45	22-28	2,8	ª 3
RAYON VIS.	1,50	5-8	6-15	13
ACRILICO *	1,16	2-3,6	20-50	1,5
SEDA	1,25	5,0	17-25	11
ALUMINIO	2,70	2,6	5,7	---
QUARZO	2,20	35,5	5,7	---
ACERO	7,83	3,2-4,5	2-3	---
ARAÑA(FIB)	1,25	15-35	---	---
NYLON HT	1,14	8,7-9,8	16,5-20	3

Fig. 3.- APARATO MICRONAIRE (pág. 22)

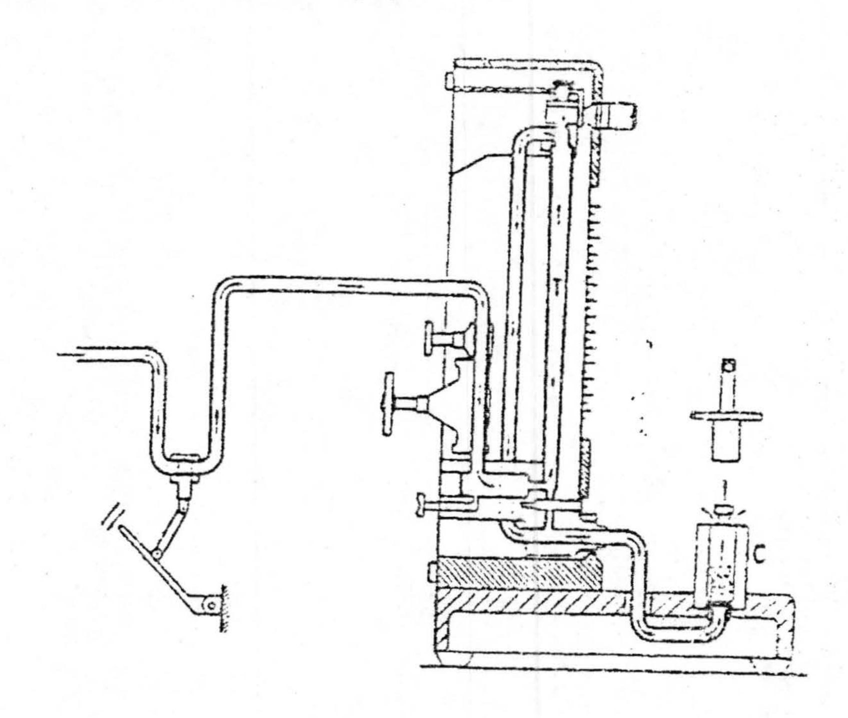


Fig. 4.- APARATO PRESSLEY (págs. 24-25)

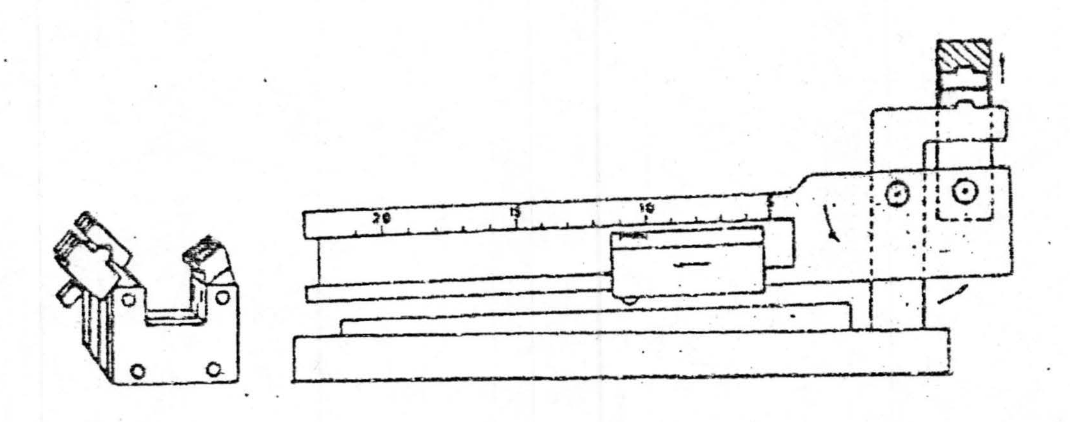


Table ≠ 1

TABLA DE CONVERSIONES TITULACION FIBRAS

de \ a	mtex	Nm	den	ug/1"
mtex	-	1 000 000/mtex	x 0,009	x 0,0254
Nm	1 000 000/Nm	-	9 000/Nm	25 400/Nm
den	x 111,11	9 000/den	-	x 2,8222
ug/1"	x 39,37	25 400/ug/1"	x 35434	-

Table # 2

TABLA DE CONVERSION DE LOS SISTEMAS DE MEDIDA RESISTENCIA A LA ROTURA DE LAS FIBRAS

a / de	TENACIDAD g/tex	TENACIDAD g/den	RESISTENCIA ESPECIF. Kg/mm2	TENSILE STRENGTH 1000 lbs/1"	IND. PRESSLEY lb/ mg
TENACIDAD g/tex	-	X 1/9	x d	x (1,42 x d)	x 0,186
TENACIDAD g/den	x 9	-	x (9 x d)	x (12,8 x d)	x 1,68
RESISTENCIA ESPECIFICA	x 1/d	x 1/(9 x d)	-	x 1,4223	x 0,186/d
TENSILE STRENGTH	x 0,703/d	x 0,078/d	x 0,703	-	x 0,131/d
INDICE PRESSLEY	x 5,36	x 0,595	x (5,36 x d)	x (7,62 x d)	-

d= DENSIDAD = 1,54 g/cc para algodón.

Table # 3

CLASIFICACION DE ALGODONES AMERICANOS-UPLAND POR GRADO Y COLOR

GRAY G	EXTRA WHITE EW	WHITE W	SPOTTED Sp	TINGED T	YELLOW STAINED YS
		No.1 MIDDLING FAIR (MF)			
		No.2 STRICT GOOD MIDDLING(SGM)			
GMG	GMEW	No.3 GOOD MIDDLING (GM)	GMSp	GMT	GMYS
SMG	SMEW	No.4 STRICT MIDDLING (SM)	SMSp	SMT	SMYS
MG	MEW	No.5 MIDDLING (M)	MSp	MT	MYS
	SLMEW	No.6 STRICT LOW MIDDLING(SLM)	SLMSp	SLMT	
	LMEW	No.7 LOW MIDDLING (LM)	LMSp	LMT	
	SGOEW	No.8 STRICT GOOD ORDINARY(SGO)			
	GOEW	No.9 GOOD ORDINARY (GO)			

Table # 4

IMPURIDAD DE LOS ALGODONES AMERICANOS

SEMILLA AMERICANA		*SEMILLA EGIPCIA*	
GRADO	**IMPURIDAD**	**GRADO**	**IMPURIDAD**
GOOD MIDDLING	2,4%	1	1,9%
STRICT MIDDLING	2,9%	2	2,4%
MIDDLING	3,7%	3	3,3%
STRICT LOW MIDDLING	5,1%	4	4,7%
LOW MIDDLING	7,6%	5	6,5%
STRICT GOOD ORDINARY	11,0%	6	8,8%
GOOD ORDINARY	17,0%	7	11,5%
		8	14,7%
		9	18,3%

CAPITULO 3

PRINCIPIOS GENERALES DE HILATURA.-

La hilatura puede ser definida como la sucesión de operaciones que permiten disponer una masa inicialmente desordenada de fibras textiles (copos) en una estructura de gran longitud (hilado), cuya sección comprende algunas decenas de fibras más o menos orientadas a un axis común y mantenidas juntas por torsión.
Por lo tanto el problema tecnológico general de la hilatura consiste en el paso de un estado totalmente desordenado a un cierto tipo de estructura ordenada y que depende de algunos vínculos estrínsicos (título y torsión) e intrínsicos (características de las fibras componentes). Por lo tanto al hablar de la estructura de un hilo se refiere a la disposición de las fibras en el interior de su sección y a lo largo de su axis.
De esta manera resultan una serie compleja de operaciones industriales, diferentes según el tipo de fibras pero con los mismos principios fundamentales.
Cualquier tipo de hilatura debe estar en capacidad de realizar seis funciones:
1) Eliminación de las impuridades (fibras naturales)
2) Mezcla de los componentes
3) Separación de las fibras
4) Ordenamiento de las fibras, esto es paralelización y clasificación de acuerdo al largo con eliminación de las cortas.
5) Adelgazamiento de la estructura (y su regularización)
6) Consolidamiento de la estructura (inserción de torsión)
Las dos primeras funciones se realizan al inicio del ciclo productivo, y a las otras cuatro corresponden cuatro operaciones típicas: cardado, peinado, estiro e hilatura propiamente dicha.

TITULO

El grosor de un hilo a causa de su natural irregularidad, no se expresa ni se mide como diámetro, sino como peso por unidad de longitud o título.
La unidad de título adoptada internacionalmente (ISO) es el tex, que indica el peso en gramos de 1000 metros de hilo. Se utilizan además los relativos múltiplos y submúltiplos, especialmente el Kilotex (Ktex) para cintas de preparación y peinado, y el decitex (dtex) para fibras (UNI 4783)
Durante el desarrollo de la industria textil en muchos centros de producción se utilizan todavía algunos sistemas de nomenclatura.

NOMENCLATURA DE HILOS

Los productos de hilatura, sean cintas, pabilos, hilos simples o retorcidos, se distinguen en base a las siguientes características:

a.- tipo de las fibras componentes (algodón-químicas, mezclas)
b.- ciclo de elaboración de hilatura (cardado, peinado)
c.- grosor o peso por unidad de longitud (título o número)
d.- torsión (sentido y cantidad)
e.- acabados particulares (flameados, fantasía, elastizados)
f.- tratamientos particulares (tinturados, mercerizados, aprestados, chamuscados)
g.- confección (en bobinas, en conos, en madejas, etc..)

De estas características la más importante es el grosor, que es efectuado mediante un procedimiento particular que se denomina titulación, basado en el peso por unidad de longitud o la longitud por unidad de peso.
En el primer caso se tiene la titulación directa y en el segundo caso la titulación indirecta o inversa, correctamente llamada numeración.
Por lo tanto se puede deducir que:
A) el título de un producto de hilatura es dado por el peso necesario para formar un determinado largo de aquel producto.
B) el número de un producto textil es dado por la cantidad de largo de aquel producto necesario para formar determinado peso.
*** Con el aumento del grosor el título aumenta mientras el número disminuye.***
Siendo normalmente imposible disponer de la unidad de medida prevista en los varios sistemas, la determinación práctica del título o número de un producto de hilatura, es hecha relacionando la longitud y el peso de una muestra cualquiera de hilo a sus respectivas unidades del sistema usado.
Indicando con L y L' las longitudes de dos muestras diversas de un mismo hilo, y con P y P' los respectivos pesos, podremos escribir la siguiente relación:

$$L : P = L' : P' \qquad (1)$$

donde L y P representan la unidad de medida del sistema de titulación, y L' y P' la longitud y el peso de una muestra cualquiera de hilo en prueba de titulación.

Titulación "Tex"
Símbolo convencional= tex
Unidad de longitud= 1 000 m
Unidad de peso= 1 g
Definición El título tex de un hilo esta dado por el número de gramos que pesan 1 000 metros de ese hilo.

De la fórmula (1):
L= 1 000 metros (longitud fija)
P= X g (donde X=tex)
L' y P'= longitud en metros Lm y peso en gramos Pg de una muestra cualquiera de hilo.
Tenemos:

$$1\,000 : X = Lm : Pg$$

$$X = 1\,000 \frac{Pg.}{Lm}$$

$$Tex = 1000 \frac{Pg.}{Lm}$$

1 000 representa el coeficiente de titulación.
Ejemplo: Determinar el tex de un hilo L = 100 m que pesa P= 1,5 g

$$Tex = 1000 \frac{1,5}{100} = 15 \text{ tex}$$

Son usados los múltiplos y submúltiplos:
1 Kilotex (Ktex)= 1 000 tex = 1 Kg/km = 1 g/m
1 decitex (dtex)= 10 tex = 10 000 Pg/Lm
1 militex (mtex)= 0,001 tex

Titulación "denier"
Símbolo convencional= Td o den
Unidad de longitud= 450 m
Unidad de peso= 1 denier =0,05 g
Definición El título denier de un hilo esta dado por el número de denieres que pesan 450 metros de ese hilo.
De la fórmula (1):
L= 450 metros (longitud fija)
P= "X" x 0,05(donde "X"=den)
L' y P'= longitud en metros Lm y peso en gramos Pg de una muestra cualquiera de hilo.
Tenemos:

$$450 : \text{"X"} \times 0,05 = Lm : Pg$$

$$X = \frac{450\ Pg.}{0,05\ Lm}$$

$$den = 9\,000 \frac{Pg.}{Lm}$$

9 000 representa el coeficiente de titulación.

Ejemplo: Determinar el den de un hilo L = 100 m que pesa P= 1,5 g

$$den = 9\,000\ \frac{1,5}{100} = 135\ den$$

Numeración "métrica"
Símbolo convencional= Nm
Unidad de longitud= 1 000 m
Unidad de peso= 1 000 g
Definición El número métrico de un hilo esta dado por el número de kilómetros de hilo que pesan 1 kilogramo.

De la fórmula (1):
L= "X" x 1 000 metros (donde "X" = Nm)
P= 1 000 g
L' y P'= longitud en metros Lm y peso en gramos Pg de una muestra cualquiera de hilo.
Tenemos:

$$"X" \times 1\,000\ m : 1\,000\ g = Lm : Pg$$

$$X = \frac{1\,000\ Lm.}{1\,000\ Pg}$$

$$Nm = \frac{Lm.}{Pg}$$

Ejemplo: Determinar el Nm de un hilo L = 100 m que pesa P= 1,5 g

$$Nm = \frac{100}{1,5} = 66,6\ Nm$$

Numeración "inglesa del algodón"
Símbolo convencional= Nec - abreviado = Ne
Unidad de longitud= 1 Hank = 840 yardas = 768 metros
Unidad de peso= 1 libra = 453,6 gramos
Definición El número inglés algodón de un hilo esta dado por el número de hanks de 840 yardas de hilo que pesan 1 libra
De la fórmula (1):
L= "X" x 768 metros (donde "X" = Ne)
P= 453,6 g
L' y P'= longitud en metros Lm y peso en gramos Pg de una muestra cualquiera de hilo.

Tenemos:

$$"X" \times 768 \text{ m} : 453,6 \text{ g} = Lm : Pg$$

$$X = \frac{453,6 \times Lm}{768 \times Pg} = 0,5906 \frac{Lm}{Pg}$$

$$Ne = 0,59 \frac{Lm.}{Pg}$$

0,59 es el coeficiente de titulación.
Ejemplo: Determinar el Ne de un hilo L = 100 m que pesa P= 1,5 g

$$Ne = 0,59 \times \frac{100}{1,5} = 39,3 \text{ Ne}$$

FORMULAS GENERICAS

Sistema directo

$$T = C \frac{P}{L}$$

$$L = C \frac{P}{T}$$

$$P = \frac{L \times T}{C}$$

Sistema indirecto

$$N = C \frac{L}{P}$$

$$L = \frac{P \times N}{C}$$

$$P = C \frac{L.}{N}$$

Ejercicios:

1.- Determinar el peso en gramos de 4 000 m de pabilo, de número Ne = 1,2

$$P = 0,59 \times \frac{4\ 000}{1,2} = 1966,67 \text{ g}$$

2.- Determinar la longitud en metros de una madeja de hilo número Nm = 50 que pesa 200 gramos.

$$Lm = Nm \times Pg = 50 \times 200 = 10\ 000 \text{ m}$$

3.- Determinar el peso de un hilo envuelto en un enjulio, sabiendo que el urdido está formado por 2 000 hilos título 120 den y tiene 500 metros de largo.

$$Pg = \frac{den \times Lm}{9\ 000} = \frac{120 \times 500}{9\ 000} = 6,666 \text{ g/cada hilo}$$

4.- Determinar el largo de hilo título 60 tex envuelto en una bobina que pesa 120 gramos

$$Lm = 1000 \frac{Pg}{tex} = 1000 \frac{120}{60} = 2\,000 \text{ metros}$$

5.- Calcular el peso de una napa de 450Ktex, de 40 metros de largo.

$$Pg = 450 \times 40 = 18\,000 \text{ gramos}$$

RELACIONES

Título y longitud:

a) Para los sistemas directos: los títulos de dos hilos del mismo peso y de grosor diferente, son inversamente proporcionales a las longitudes

$$\frac{T}{T'} = \frac{L'}{L}$$

b) Para los sistemas indirectos: los números de dos hilos del mismo peso y de grosor diferente, son directamente proporcionales a las longitudes.

$$\frac{N}{N'} = \frac{L}{L'}$$

Título y peso:

a) Para los sistemas directos: los títulos de dos hilos del mismo largo y de grosor diferente, son directamente proporcionales a los pesos.

$$\frac{T}{T'} = \frac{P}{P'}$$

b) Para los sistemas indirectos: los números de dos hilos del mismo largo y de grosor diferente, son inversamente proporcionales a los pesos.

$$\frac{N}{N'} = \frac{p'}{p}$$

Título y diámetro:

Peso teórico de 1 metro de hilo con peso específico pe:

$$P = \frac{3.14 \times d^2}{4} \times L \times pe$$

sostituyendo en las formulas de relación entre título o número y peso se obtiene:

$$\sqrt{T} : \sqrt{T'} = d : d'$$

$$\sqrt{N} : \sqrt{N'} = d' : d$$

Los diámetros de los hilos estan teóricamente en relación directa con las raices cuadradas de los títulos y en relación inversa con las raices cuadradas de los números.

TITULO MEDIO DE HILATURA.-

Generalmente en las hilanderías se producen hilos de diferentes grosores, y para estabilizar un índice de productividad, que tiene como base un título fijo, se calcula todos los días, a más de la producción total, el llamado título medio de hilatura.

Dependiendo del sistema de titulación usado en hilatura se tienen las siguientes fórmulas:

a) Para sistemas directos:

$$\text{Título medio} = \frac{P1 + P2 + P3}{\frac{P1}{T1} + \frac{P2}{T2} + \frac{P3}{T3}}$$

a) Para sistemas indirectos:

$$\text{Número medio} = \frac{(P1 \times N1) + (P2 \times N2) + (P3 \times N3)}{P1 + P2 + P3}$$

Donde, T1, T2, T3 y N1, N2 N3 representan los títulos y los números de hilos producidos; P1, P2, P3 las respectivas cantidades producidas.

Ejemplo:

1.- Calcular el título medio de una hilatura que produce:
1 000 Kg de hilo 50 tex
2 000 Kg de hilo 20 tex

$$\text{Título medio} = \frac{1000 + 2000}{\frac{1000}{50} + \frac{2000}{20}} = 25 \text{ tex}$$

1.- Calcular el número medio de una hilatura que produce:
1 000 Kg de hilo Ne 20
2 000 Kg de hilo Ne 50

$$\text{Número medio} = \frac{(1000 \times 20 + 2000 \times 50)}{1000 + 2000} = 40 \text{ Ne}$$

TITULACION DE HILOS PARIADOS.-

Los hilos pariados son hilos compuestos de dos o mas hilos. Hilos doblados o hermanados son hilos que están juntos pero sin torsión, e hilos retorcidos son hilos que están juntos con torsión. Estos puedes ser spun o filamentos continuos.

El hermanado y el retorcido son operaciones complementarias a la hilatura, y se realizan con el objeto de obtener hilos que siendo del mismo grosor que los hilos simples, poseen propiedades físicas y mecánicas superiores (mayor regularidad de sección, mayor resistencia a la tracción y al uso, etc..)
Si puede elaborar hilos pariados con hilos simples de igual grosor, que es lo más común, o con hilos simples de diferente grosor. En cada caso la unión aumenta el peso, por lo tanto tendremos:
a) para los sistemas directos: el título compuesto o resultante Tr del hilo pariado, será siempre mayor que el título de los hilos componentes.
b) para los sistemas indirectos: el número compuesto o resultante Nr del hilo pariado, será siempre menor que el número de los hilos componentes.
Hilos pariados de simples iguales:
En este caso los simples cojen también el número de cabos, se dirá que es un hilo hermanado o retorcido a 2, 3, 4 o más cabos.
Por la relación que hay entre título, número y peso, se puede decir:
a) para los sistemas directos: el Tr está dado por el producto de los títulos de los simples por el número de cabos.
b) para los sistemas indirectos: el Nr está dado por la relación entre en número de los simples y el número de cabos.
Indicaciones convencionales de un hilo pariado de simples iguales está dado por:
a) para los sistemas directos: con el título de los simples seguido del signo "x" y del número de cabos
b) para los sistemas indirectos: con el número de los simples seguido del signo "/" y del número de cabos.
Ejemplo:
a) el pariado 30 tex x 3 está formado por tres cabos de título 30 tex (Tr=90 tex)
b) el pariado 32/2 Ne está formado por dos cabos de Ne 32 (Nr = 16)

Hilos pariados de simples diferentes:
a) Para los sistemas directos:
Suponiendo que debemos determinar el Tr de un pariado formado por tres hilos cuyos títulos del mismo sitema son: T1, T2, T3.

Como los títulos expresan el peso unitario, obtenemos el peso unitario del pariado por la suma de los tres.Este será el Tr.

$$Tr = T1 + T2 + T3$$

El título resultante de pariados (Tr) es dado por la suma de los títulos simples pertenecientes al mismo sistema.

Ejemplo:

Determinar el Tr tex de un pariado formado por tres hilos: 100 den, 60 Nm, 80Ne.

Primero se determina el título tex de los tres hilos componentes.

100 den = 11,1 tex

60 Nm = 16,7 tex

80 Ne = 7,4 tex

Luego se determina el título resultante.

$$Tr = 11,1 + 16,7 + 7,4 = 35,2 \text{ tex}$$

a) Para los sistemas indirectos:

Considerando un hilo pariado de dos cabos con números N1, N2. Los pesos de igual longitud de hilo son dados por las fórmulas:

$$P1 = \frac{C\,L}{N1} \qquad P2 = \frac{C\,L}{N2}$$

$$Pr = P1 + P2$$

sustituyendo se tiene:

$$Pr = C\,L\left(\frac{1}{N1} + \frac{1}{N2}\right)$$

Sabiendo que:

$$Nr = C\,\frac{L}{Pr}$$

sustituyendo el valor de Pr y reemplazando se obtiene:

$$Nr = \frac{N1 \times N2}{N1 + N2}$$

El número resultante de pariados (Nr) es dado por la relación entre el producto y la suma de los números simples pertenecientes al mismo sistema. El Nr de un pariado de más cabos se determina primero el Nr de dos simples y luego el resultante de la unión de este con el tercero y así seguido si son más cabos.

Ejemplo:

Determinar el Nr Ne de un pariado formado por tres hilos: 300 den, 25 Nm, 44 tex.

Primero se determina el número Ne de los tres hilos componentes.

300 den = 17,5 Ne

25 Nm = 14,7 Ne

44 tex = 13,4 Ne

De la unión de los dos Nr= 8
De la unión final Nr = 5

Cálculo de un título de un componente de un pariado:

Tr = T1 + T2 + T3 de esto
T3 = Tr - (T1 + T2)

En conclusión:
1.- SISTEMA DIRECTO
Este se utiliza principalmente para hilos de filamento continuo

1 tex = $\frac{1 \text{ gramo}}{1\ 000 \text{ m}}$ 1 dtex= $\frac{1 \text{ gramo}}{10\ 000 \text{ m}}$ 1 denier= $\frac{1 \text{ gramo}}{9\ 000 \text{ m}}$

2.- SISTEMA INDIRECTO
Este se utiliza principalmente para hilos de fibra cortada

1Ne= $\frac{840 \text{ yardas}}{1 \text{ libra}}$ 1Nm= $\frac{1\ 000 \text{ m}}{1\ 000 \text{ g}}$ 1Nelc = $\frac{256 \text{ yardas}}{1 \text{ libra}}$ 1Nelp= $\frac{560 \text{ yds}}{1 \text{ libra}}$

1Nelinen = 300 yardas/ 1 libra

3.- CONVERSIONES

Ne --> Nm = Ne x 1,693
Nm --> Ne = Nm x 0,59054
Ne --> Tex = 590,54 / Ne
Tex --> Ne = 590,54 / tex
Nm --> Tex = 1000 / Nm
Tex --> Nm = 1000 / tex
Ne --> den = 5314,86 / Ne
den --> Ne = 5314,86 /den
Nm --> den = 9000 /Nm
den --> Nm = 9000 /den

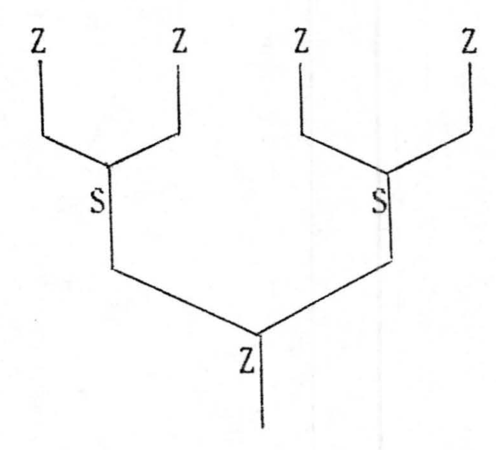
den --> tex = den /9
tex --> den = tex x 9
Nelp --> tex = 888,8 / Nelp
Tex --> dtex = tex x 10
dtex --> tex = dtex / 10
Nm --> Nelp = Nm x 0,89
Nm --> Nelinen = Nm x 1,654
Nm --> Nelc = Nm x 1,94
Nelinen --> Tex = 1654 / Nelino

LA TORSION
Las fibras, sean cortadas o filamentos, son mantenidas juntas por medio de la torsión.

Dirección de la torsión.- La torsión puede tener dos direcciones, derecha o "S" e izquierda o "Z".

También existe la torsión falsa que es una combinación de las dos "S" y "Z".
Los hilos simples generalmente tienen torsión "Z".
Los hilos compuestos tienen que balancear sus torsiones de acuerdo a la torsión de los hilos simples.

Ejemplo:



Cantidad de torsión.- La cantidad de torsión esta indicada por el número de vueltas por unidad de longitud.

Esta puede ser: el número de vueltas por centímetro (tpcm)
el número de vueltas por metro (tpm)
el número de vueltas por pulgada (tpi)

Equivalencias:	1 tpi=	0,0254 tpm
	1 tpi=	2,54 tpcm
	1 tpcm =	39,37 tpi

Caracter de torsión.- El caracter de torsión de un hilo indica si este ha sido fuerte o debilmente torcido. Este es expresado por el coeficiente de torsión llamado alfa› o K o TM (twist multiplier).

$$K = \frac{tpi}{\sqrt{Ne}} \qquad K = \frac{tpm}{\sqrt{Nm}} \qquad K = tpcm \times \sqrt{tex}$$

Considerando un modelo ideal de hilo (Ver fig 3.1) en el cual las fibras están dispuestas helicoidalmente con un paso "p" en torno de una serie concéntrica de cilindros circulares rectos, de radio "r" (a la superficie del hilo).

Si "$\tilde{v}$" es el ángulo formado del axis del hilo con las fibras que están en la superficie, se tiene:

$$tg\ \hat{v} = 2\Pi r / p \qquad (1)$$

Por otro lado, en un tramo de longitud "l" habrán "l"/"p" espiras o torsiones y por lo tanto la torsión "t" por unidad de longitud resultará:

$$t = 1 / p \qquad (2)$$

Está torsión es indicada con las letras Z o S como visto dirección de torsión.

Si "y" es la densidad del hilo, la masa "M" en el tramo de longitud "l" será:

$$M = y\, l\, \pi\, r2 \ \text{(gramos)} \qquad (3)$$

y por definición, su título (masa lineal) para "l" 1 Km será:

$$T(tex) = M/l = y\, \pi\, r2 \ (g/Km) \quad (4)$$

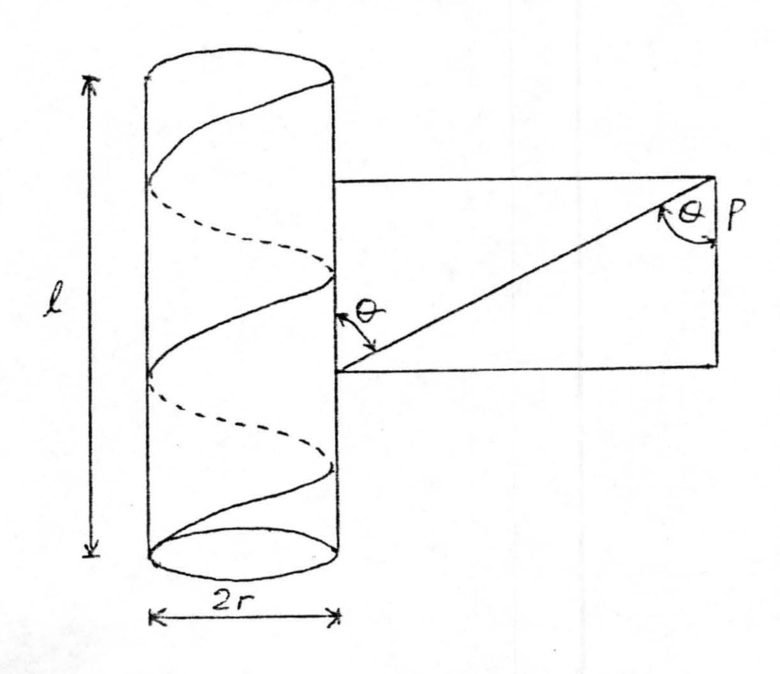
Sustituyendo en la fórmula (1) los valores de "p" y de "r" obtenidos de las fórmulas (2) y (3) se obtiene, k que es una constante de proporcionalidad.

$$tg\, \tilde{v} = k\, t \sqrt{Tex} \qquad (5)$$

Definiendo como hilos similares aquellos que tienen las espiras con la misma inclinación "$\tilde{v}$" respecto al axis, de la fórmula (5) se deduce que para hilos similares la torsión es inversamente proporcional a la raiz cuadrada del título, si este es en sistema directo.
Si el título es expresado en Nm o Tex el coeficiente de torsíon es dado por:

$$k = t / \sqrt{Nm} = t\sqrt{tex} / \sqrt{1000}$$

Fig.- 3.1 (Definición de la torsión)



Coeficientes de torsión usuales:

HILO	Nec - New	Nm	Tex
ALGODON			
TEJIDO PUNTO	2,5-3	77-92	24-29
TRAMA	3-3,5	92-108	29-34
URDIDO	4-4,5	124-139	39-43
LANA PEINADA			
TEJIDO DE PUNTO	1,4	54	17
TRAMA	1,9	73	23
URDIDO	2,2	82	26

Ejercicios:

a.- Calcular cuantas torsiones por metro (tpm) deberá tener un hilo 40/1 Nm que será usado en tejido de punto.

tpm= ?
Nm = 40/1
K= 77-92

$K = tpm\sqrt{Nm}$

$tpm = K \times \sqrt{Nm}$
$tpm = 84 \times \sqrt{40/1}$
$tpm = 84 \times 6{,}325$
$tpm = 531{,}26$

b.- Calcular cuantas torsiones por pulgada (tpi) deberá tener un hilo 30/1 Nm que será utilizado para urdido.

tpi = ?
Nm= 30/1
K = 4-4,5

$Ne = Nm \times 0{,}59054$
$Ne = 30 \times 0{,}59054$
$Ne = 17{,}72$

$K = tpi\sqrt{Ne}$
$tpi = K \times \sqrt{Ne}$
$tpi = 4{,}25 \times \sqrt{17{,}17}$
$tpi = 4{,}25 \times 4{,}21$
$tpi = 17{,}89$

c.- Calcular cuantas torsiones por centímetro (tpcm) deberá tener un hilo 24 Tex que será utilizado para trama?

tpcm= ?
Tex= 24
K= 29-34

$K = tpcm \times \sqrt{Tex}$

$$tpcm = \frac{K}{\sqrt{Tex}}$$

$$tpcm = \frac{32}{\sqrt{24}}$$

$$tpcm = 6{,}54$$

• La inserción de torsión provoca una contracción en el hilo, por lo cual puede ser necesario tener en cuenta para determinar el título, especialmente en presencia de fuerte torsión. Teniendo "lo" como longitud teórica de referimiento con torsión cero, y "lt" la longitud correspondiente a una torsión "t", se define el factor de contracción "B" por la relación:

$$B = \frac{(lo-lt)}{lo}$$

Para el caso de filamentos continuos, se puede demostrar solamente por:

$$B = tg2\left(\frac{\hat{v}}{2}\right)$$

Esta no es sin embargo muy veraz para los hilos de fibra cortada, para los cuales existen solamente tablas semi empíricas de referencia de algunos autores.

• En algunos casos (por ejemplo: regulación de un purgador óptico o mecánico), puede ser útil estimar el diámetro de un hilo en función del título y de la torsión y para esto también se pueden utilizar formulas empíricas, entre las cuales vale citar:

$$diam = 2\sqrt{\frac{1}{IIGNm}}\ (mm) \qquad diam = \sqrt{\frac{141.4\ den}{den\ (cm3)}}$$

La constante G depende del coeficiente de torsión, según la tabla siguiente:

LANA PEINADA	0,58 + 0,25 x 10-4 k
LANA CARDADA	0,47 + 0,28 x 10-4 k
ALGODON	0,55 + 0,28 x 10-4 k
RAYON	0,60 + 0,27 x 10-4 k

• En el sistema Tex, la designación unificada de los hilos en relación al título y la torsión es hecha como en los ejemplos siguientes:

a) hilo simple título 40 tex, torsión 650 tpm Z : 40 tex Z 650;

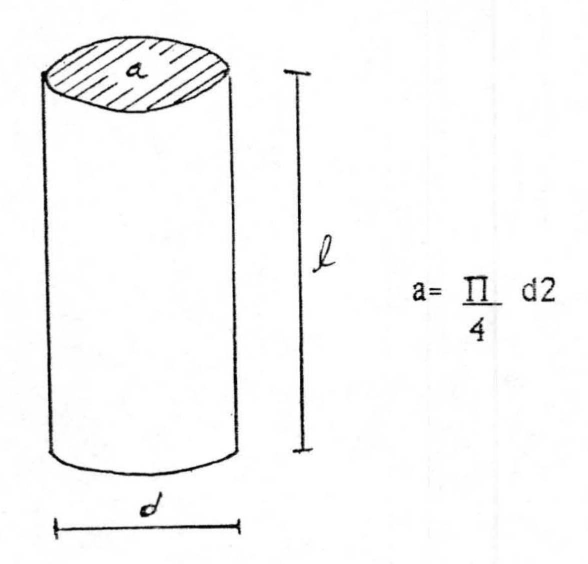
b) hilo retorcido a dos cabos iguales título 35 tex y torsión 600 tpm S, retorcidos a 400 tpm Z: R= 35 tex S 600 x 2 Z 400.

CARACTERISTICAS DE LAS FIBRAS

El comportamiento de las fibras textiles durante los procesos de hilatura, es ovbiamente influenciado de sus propiedades físicas y mecánicas y a su vez de sus estructuras químicas.
Del punto de vista de un hilo ya formado, las propiedades esenciales son aquellas geométricas, o sea el diámetro de la base "d" (grosor), y el largo "l"; del cilindro circular recto al igual que la idealización de una fibra singular. (Fig.- 3.2). "d" y "l" son variables aleatorias cuyos valores poseen un amplio campo de variación dentro de un lote; por lo tanto debemos considerar la distribución estadística completa (de regla, no Gaussiana), sintetizándole eventualmente mediante el valor medio y el coeficiente de variación.
Por lo tanto el conocimiento de estos dos valores es suficiente para el grosor, encambio para el largo se deben considerar tres diagramas obtenibles con los apropiados instrumentos de medida:

a) la curva de frecuencia f(l), límite del histograma experimental
b) la curva de reparticiones (frecuencia acumulada)
c) el fibrograma (sea del Al-Meter o del Fibrograph)

Fig. 3.2 (Modelo ideal de una fibra)



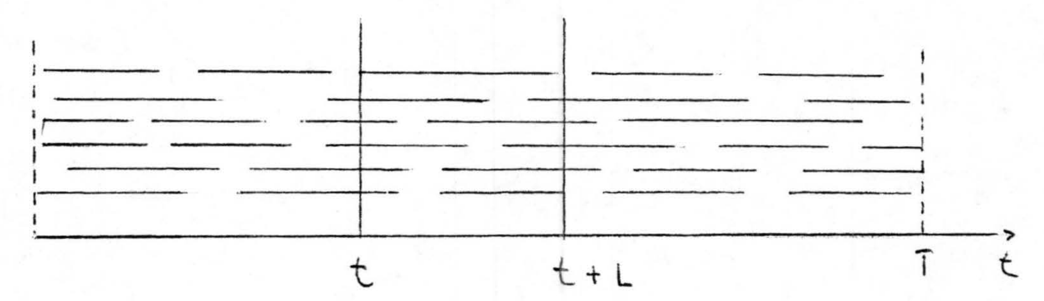
$a = \frac{\Pi}{4} d2$

En conclusión:

CARACTERISTICAS FIBRAS + PROCESO DE HILATURA= CARACTERISTICAS DEL HILO

Ver tabla página 32.

TEORIA DE LA ESTRUCTURA DE UN HILO (Ing. Mario Bona)
Considerando un grupo de fibras rectileneas y paralelas, todas lo más semejantes posible a un cilindro circular recto de longitud "l", con sección a=II d2/4 (variable de una fibra a otra) y densidad "y" constante (Fig 3.2)
Estas condiciones, en realidad poco restrictivas, son suficientes para definir un modelo finito de una cinta, pabilo o hilo fabricado con los sistemas en uso para lana o algodón peinado. Estas condiciones llevan a una leve idealización del grupo de fibras que realmente pueden presentarse a nuestra observación, pero permiten estudiar agilmente un cierto número de propiedades importantes.
En particular, orientando las fibras paralelamente a un axis coordinado y graduado en valores de una variable evolutiva "t" (fig 3.3) se puede tomar en cuenta el comportamiento de cualquier característica "f(t)" localizada en la axisa "t" del grupo, sintetizándola mediante apropiados índices de dispersión.



Limitándonos al caso del título, consideramos un grupo finito de fibras paralelas de longitud total "T" y al interno de este un tramo comprendido entre las axisas "t" y "t + L". Si P (L,t) es la masa de ese tramo, el título será P(L,t)/L y se definirá como título A(t) del grupo de fibras en la axisa "t" el límite

$$A(t) = \lim_{L \to 0} P(L,t)/L \qquad (1)$$

Partiendo de esta definición, es posible encontrar los parámetros que describen en manera total la irregularidad estructural de un hilo. Se opera en fases sucesivas, de la siguiente manera:
a) al interior de un tramo de longitud "L" y axisa inicial "t", el título medio es:

$$A(L,t) = \frac{1}{L}\int_{t}^{t+L} A(t)\,dt \qquad (2)$$

La relación (2) constituye otra manera de definir A(t)

b) al variar "t" en el intervalo completo de 0 a T, la función A (L,t) asume un grupo de valores, los cuales pueden ser calculados de los parámetros formalmente asimilables a una media y a una variación.
El valor medio de A(L,t) no es más que el título medio global del interior del grupo finito considerado.

$$\overline{A} = \frac{1}{L}\int_{0}^{T} A\,(L,t)\,dt \qquad (3)$$

MODELO PROBABILISTICO DE MARTINDALE
En el modelo hasta ahora considerado, las propiedades de un hilo, son descritas por medias referidas a una variable evolutiva (la axisa "t" del grupo), esto consiente como hemos visto, definir las irregularidades estructurales de un hilo *real* y de saber la metodología de medida.
Este modo de considerar el problema debe ser completado introduciendo el concepto de comparación con un modelo ideal que represente la irregularidad mínima obtenible, teniendo en cuenta de los vínculos estrínsicos e intrínsicos precedentemente citados; o sea equivale a considerar no la irregularidad presente en el hilo en prueba, sino en el marco de las infinitas configuraciones que este pudiera haber tenido. (punto de vista probabilístico).
Por lo tanto es necesario observar que el caso de un título local absolutamente constante, no tiene ningún interés práctico, porque es imposible obtener con la realidad tecnológica una acción selectiva de las fibras singulares, para compensar las diversas características geométricas.
Al contrario, un análisis de funcionamiento de las máquinas de hilatura, conduce a considerar como ideal el caso en el cual estas mantengan constante en el tiempo las propiedades estadísticas de los conjuntos fabricados (estacionariedad), sin introducir irregularidades sistemáticas y traten todas las fibras de manera individual (independencia).
Las cintas, pabilos e hilos reales, resultarán en práctica más defectuosos cuanto menos sean verificadas las dos condiciones: en el primer caso se tendrán estructuras más o menos periódicas (ejemplos típicos de mechas peinadas y aquellos en los cuales se ha verificado un funcionamiento defectuoso de órganos mecánicos como cilindros de estiro); y en el segundo casoel estiro interesará *paquetes* de fibras llevadas juntas y provocará una alteración de tramos gruesos y finos, conocida con el nombre de "onda de estiro" o "frecuencia de estiro".
Las condiciones de estacionariedad y de independencia están reunidas en el célebre **Modelo de Martindale** de un grupo de fibras paralelas, que tiene

por lo tanto el notable valor de estar basado sobre un análisis del funcionamiento concreto de las máquinas de hilatura.
Desde el punto de vista matemático, este puede ser precisado en manera más esplícita constituyendo el grupo mismo de la siguiente manera:
a) de la población de fibras, caracterizada de la distribución de finura y de largo, y es extraída con procedimiento casual.
b) esta es colocada a lo largo del axis del grupo de manera igualmente casual: la probabilidad que su extremidad se encuentre entre las axisas "t" y " t + dt" es proporcional a "dt", pero no depende de la axisa "t" considerada.
En este punto resulta claro que el conjunto de condiciones contempladas en el Modelo de Martindale corresponden exactamente a aquellas que definen un proceso uniforme de Poisson, con la única diferencia que la variable de referencia es aquí una longitud y no un tiempo: la aparición de las cabezas de las fibras a lo largo el axis Ot resultan al verificarse una sucesión de eventos poissonianos independientes.
Tal grupo poissoniano estacionario de fibras independientes goza de algunas notables propiedades matemáticas, cuyo estudio por su complejidad resulta fuera de este texto.
Entre estás propiedades matématicas la más fundamental es la siguiente: el número ns(t) de fibras que atraviesan la sección de la axisa "t" es una variable aleatoria discreta distribuida según una ley de Poisson de media ns.
Partiendo de este principio general es posible deducir las fórmulas que dan la irregularidad teórica límite, sea para la sección del grupo como para la entera curva B(L), o sea para los dos aspectos fundamentales de la irregularidad estructural de un hilo.
B(L) representa la irregularidad existente entre tramos de longitud L.

VALORES DEL COEFICIENTE DE VARIACION CV (100m) SEGUN BORNET

CLASIFICACION	LANA PEINADA	LANA CARDADA	ALGODON
MUY REGULAR	« 2,0	« 3,0	« 2,25
REGULAR	2,0-2,6	3,0-4,5	2,25-3,0
MEDIO	2,6-3,2	4,5-6,0	3,0-3,75
IRREGULAR	3,2-3,8	6,0-7,5	3,75-4,5
MUY IRREGULAR	› 3,8	› 7,5	› 4,5

Transmisión de Potencia

La transmisión de potencia puede ser realiza por diferentes medios, de los cuales los más comunes son poleas y piñones.

Velocidad angular = π D rpm (velocidad lineal)

D

A' CIRCUNFERENCIA A

Ejemplo:

Calcular la velocidad angular de una polea de 12 " de diámetro que gira a 50 rpm.

Velocidad angular (W) = 3,1416 x 12" x 50rpm

W = 1884 "/min

W (pies/min)= 1884/12 = 157 ft/min

Calcular la velocidad de un cursor que gira en un anillo de 48 mm de diámetro y es halado por el huso que va a 15000 rpm.

$$\text{Vhuso} = \frac{\text{Velocidad cursor}}{\text{diámetro x } \pi}$$

Vcursor= Velocidad huso x diámetro x II

Vcursor = 15000 x 0,048 m x 3,1416

Vcursor= 2.261,95 m/min

V cursor = 37,7 m/seg

POLEAS:

Na d(a) A

d(b) B Nb

CONDUCTOR CONDUCIDO

velocidad angular (a) = Velocidad angular(b)

π x d(a) x V(a) = π x d(b) x V(b)